

Rev. Cienc. Tecnol.

Año 12 / N° 13 / 2010 / 87–92

## Aminas biógenas generadas por cepas bacterianas provenientes de alimentos lácteos y cárnicos

### Generation of biogenic amines by bacterial strains isolated from dairy and meat foods

Nancy G. Baraggio, Natalia S. Velázquez, Arturo C. Simonetta.

#### Resumen

Se evaluó la capacidad productora de aminas biógenas de cepas bacterianas aisladas de alimentos lácteos y cárnicos producidos en las regiones santafesina y patagónica.

Se estudiaron 13 cepas de *Enterococcus*, 2 de *Leuconostoc*, 3 de *Micrococcus*, 3 de *Lactobacillus* y 3 de *Lactococcus*. Se aplicó la metodología recomendada por Shalaby (1999).

Todas las cepas generaron tiramina (hasta 700 ppm), feniletilamina (hasta 10 ppm) y cadaverina (hasta 40 ppm), y la mayoría produjo putrescina (20–80 ppm). No se detectó la presencia de triptamina e histamina. Pocas cepas generaron espermina y espermidina (hasta 5 ppm) a partir de ornitina, mientras que prácticamente todas acumularon trazas de espermidina y ninguna generó espermina a partir de metionina.

Los resultados demostraron que existe una alta probabilidad de que las cepas bacterianas aisladas de leche ovina, quesos y embutidos puedan acumular elevadas cantidades de tiramina y concentraciones variables de las demás aminas y poliaminas, excepto histamina y triptamina.

Palabras clave: Aminas biógenas; Poliaminas; Bacterias; Alimentos lácteos y cárnicos.

#### Abstract

The biogenic amine-producing capacity of bacterial strains isolated from dairy and meat foods produced in Santa Fe and Patagonian regions was evaluated.

A total of 24 bacterial strains (13 *Enterococcus*, 2 *Leuconostoc*, 3 *Micrococcus*, 3 *Lactobacillus* and 3 *Lactococcus*) were studied. The methodology recommended by Shalaby (1999) was applied.

All strains generated tyramine (up to 700 ppm), phenylethylamine (up to 10 ppm) and cadaverine (up to 40 ppm), and most produced putrescine (20–80 ppm). The presence of tryptamine and histamine was not detected. Few strains generated spermine and spermidine (up to 5 ppm) from ornithine, while from methionine virtually all strains produced traces of spermidine and none produced spermine.

Results indicated a high probability of bacterial strains isolated from sheep milk, cheese and sausages be able to accumulate high amounts of tyramine and varying concentrations of other amines and polyamines, except histamine and tryptamine.

Key Words: Biogenic amines, Polyamines, Bacteria, Dairy and meat foods.

#### Introducción

Las aminas biógenas son bases orgánicas de bajo peso molecular que poseen actividad biológica, y son normalmente producidas por decarboxilación de aminoácidos o por aminación y transaminación de aldehídos y cetonas [1].

Estas aminas se encuentran en niveles reducidos en alimentos de alto contenido proteico, dependiendo esos niveles de las condiciones microbiológicas y de la actividad bioquímica del mismo, y son consideradas indeseables por sus posibles efectos tóxicos, a veces agudos, sobre el consumidor.

A pesar de que las aminas son consideradas como endógenas en alimentos de origen vegetal, son formadas en otros

alimentos como resultado de la acción microbiana durante el almacenamiento. Las más importantes comúnmente presentes son: histamina, putrescina, cadaverina, tiramina, triptamina, feniletilamina, espermina y espermidina. Entre los alimentos que contienen estos compuestos se incluyen pescados y productos obtenidos a partir de ellos, productos cárnicos, huevos, quesos, vegetales fermentados, productos de soja, cervezas y vinos, etc. [2].

Los factores que influyen en la formación de aminas biógenas en alimentos incluyen la disponibilidad de aminoácidos libres y la presencia de microorganismos que pueden decarboxilarlos, así como las condiciones favorables para que dichos microorganismos se multipliquen y produzcan sus enzimas. Las aminoácido-decarboxilasas

presentan una alta incidencia especialmente en ciertas especies de *Enterobacteriaceae*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Micrococcus* y *Pseudomonas* [2].

El consumo por hombres y animales de alimentos que contengan altos niveles de aminas biógenas tales como histamina, tiramina y triptamina tiene efectos tóxicos que van desde una simple migraña hasta, en casos extremos, la muerte, debido a lo cual su presencia en alimentos en elevadas concentraciones es indeseable. Silla Santos [1] y Halász y col. [3] sugieren para alimentos valores límites tales como 100 mg/kg de histamina, 100–800 mg/kg de tiramina y 30 mg/kg de feniletilamina.

Histamina, tiramina, feniletilamina y triptamina son aminas biológicamente activas que tienen importantes efectos fisiológicos en humanos, generalmente psicoactivos o vasoactivos. Las aminas psicoactivas afectan al sistema nervioso por acción en transmisores neurales, mientras que las vasoactivas actúan sobre el sistema vascular. El consumo de alimentos conteniendo aminas biógenas es responsable de varios efectos farmacológicos que conllevan muchos tipos de enfermedades producidas a partir de alimentos, incluyendo intoxicación por histamina y toxicidad por tiramina [2].

Por otra parte, las aminas fueron investigadas como posibles precursores mutagénicos, ya que algunas pueden ser nitrosadas o actuar como precursores de otros compuestos capaces de formar nitrosaminas, que son carcinogénicas para varias especies de animales y poseen un riesgo potencial para la salud humana [2].

Los datos sobre poliaminas en alimentos son limitados y difusos en la literatura especializada. Según algunos autores, mientras que el contenido de putrescina se incrementa por la actividad bacteriana durante un inapropiado almacenamiento y procesamiento de alimentos de origen animal, espermina y espermidina se originan principalmente a partir de materiales frescos [3].

En función de lo expuesto, el presente trabajo ha tenido como objetivo aislar cepas de bacterias ácido lácticas y de bacterias no lácticas (*Micrococcus*) a partir de alimentos lácteos y cárnicos producidos en las regiones santafesina y patagónica, a fin de evaluar su capacidad productora de aminas biógenas. Asimismo, se han hecho ensayos a fin de determinar la presencia de dichos compuestos en algunas muestras de esos alimentos.

## Materiales y métodos

### Cepas

Se estudiaron 8 cepas de *Enterococcus* sp. y 2 de *Leuconostoc* sp. aisladas a partir de leche de oveja y de quesos elaborados con ella en la región patagónica (Trelew), así como 3 cepas de *Micrococcus* sp., 3 de *Lactobacillus* sp., 3 de *Lactococcus* sp. y 5 de *Enterococcus* sp., todas

aisladas de quesos y embutidos elaborados en la región santafesina.

### Aislamiento y conservación de las cepas

Los aislamientos se llevaron a cabo en Agar MRS (Merck), para las cepas de *Lactobacillus*, *Leuconostoc* y *Lactococcus*, en Agar Nutritivo (Merck) con 7,5 % de NaCl (agar salado), para las cepas de *Micrococcus*, y en Agar KF (Biokar) para las de *Enterococcus*.

Todas las cepas bacterianas estudiadas fueron conservadas por congelamiento a  $-20$  y  $-80^{\circ}\text{C}$  en Caldo MRS (Merck) para *Lactobacillus* y *Leuconostoc*, en Caldo Nutritivo (Merck) para *Micrococcus*, y en Caldo M 17 (Biokar) para *Enterococcus* y *Lactococcus*, con el agregado de un 15 % de glicerol como solución crioprotectora.

### Determinación de la generación de aminas por las cepas bacterianas [4, 5]

La capacidad de producción de tiramina, triptamina, histamina, cadaverina, feniletilamina, putrescina, espermina y espermidina de las cepas bacterianas estudiadas se determinó mediante cromatografía en capa delgada de alta resolución (HPTLC), previa derivatización con cloruro de dansilo. La metodología empleada se indica a continuación:

#### 1. Extracción de las aminas

A partir de un precultivo activo de cada uno de los microorganismos, se realizó la siembra en el medio recomendado por Joosten y Northolt [6] con el agregado de un 0,2 % (p/v) del aminoácido precursor, constituyendo éste el cultivo final de cada cepa, a partir del cual se realizaron las extracciones para la determinación de aminas por HPTLC. El tiempo de incubación fue de 7 días a  $30^{\circ}\text{C}$ .

De 5 mL de cultivo final de cada cepa se extrajeron las aminas con ácido tricloroacético al 5 % (p/v). Luego el extracto se lavó con dietil-éter para remover el ácido, y el éter remanente se eliminó por temperatura con corriente de aire. Se adicionaron dos gotas de ácido clorhídrico y la solución se evaporó a sequedad, usando corriente de aire caliente.

#### 2. Derivatización

Los derivados dansilados de las aminas se formaron disolviendo el residuo seco obtenido con 1 mL de solución de bicarbonato de sodio saturado y 1 mL del reactivo de cloruro de dansilo. El tubo tapado fue inmediatamente mezclado usando un vórtex y la reacción se dejó progresar durante 1 hora a  $40^{\circ}\text{C}$ . Las dansilaminas fueron extraídas adicionando agua y extrayendo la mezcla con varias porciones de dietil-éter. El extracto etéreo se evaporó a

sequedad y el residuo se disolvió en 2 mL de acetonitrilo para HPLC.

### 3. Preparación de las soluciones estándares de aminas

Una solución estándar de cada una de las aminas, como derivados dansilados, se preparó a partir de 0,5 mL de las respectivas soluciones estándar stock, de 1000 ppm de concentración. Usando una corriente de aire, la alícuota preparada fue evaporada a sequedad. Los derivados dansilados fueron obtenidos según lo descrito anteriormente. El residuo fue disuelto en 2 mL de acetonitrilo y a partir de esta solución se prepararon los patrones de distintas concentraciones.

### 4. Separación de las dansilaminas por HPTLC

Se utilizó una técnica de cromatografía en capa delgada de alta resolución, unidimensional, para separar las dansilaminas. En las placas cromatográficas se sembraron 10 µL de las distintas concentraciones de los estándares de dansilaminas, y 10 µL de cada extracto dansilado de los cultivos bacterianos.

Las placas se desarrollaron primero en cloroformo: benceno: trietilamina (6:4:1 v/v/v) y luego en benceno: acetona: trietilamina (10:2:1 v/v/v). Se dejaron secar a temperatura ambiente hasta la desaparición del exceso de solventes.

### 5. Interpretación del cromatograma

El cromatograma fue examinado bajo luz UV (360 nm). Las manchas correspondientes a las aminas presentes en los extractos fueron identificados con la ayuda de los estándares. Cada una de éstas debe coincidir con el estándar de referencia en valor de R<sub>f</sub> y tonalidad, y la concentración del compuesto en estudio fue estimada en forma semicuantitativa por comparación visual con las manchas correspondientes a las distintas concentraciones de los estándares.

### Determinación de aminas en quesos y embutidos [4, 5]

Se determinaron las concentraciones de tiramina, triptamina, histamina, cadaverina, feniletilamina, putrescina, espermina y espermidina por cromatografía en capa delgada de alta resolución (HPTLC), previa derivatización con cloruro de dansilo, presentes en dos muestras de queso Pategrás y en dos de salame tipo casero, producidos en la región santafesina.

Para ello se llevó a cabo, en primer lugar, la extracción de las aminas, aplicando la siguiente metodología: a partir de 50 g del alimento a analizar se extrajeron las aminas con ácido tricloroacético al 5 % (p/v), efectuando un posterior lavado con dietil-éter para remover el ácido. El éter rema-

nente en el extracto acuoso se eliminó con corriente de aire caliente, se adicionó ácido clorhídrico concentrado [35,5 % (p/v)] al extracto lavado y la solución se evaporó a sequedad. Luego se siguió la técnica ya indicada previamente.

## Resultados y discusión

En las Tablas 1 y 2 se aprecia que todas las cepas aisladas de la región patagónica (*Enterococcus* sp. y *Leuconostoc* sp.) demostraron capacidad para generar tiramina, en concentraciones comprendidas entre trazas y 700 ppm, y feniletilamina, en concentraciones bajas, inferiores o iguales a 10 ppm.

También la mayoría de estas cepas produjeron putrescina en concentraciones variables entre 20 y 80 ppm, y todas fueron capaces de decarboxilar lisina, generando entre trazas y 40 ppm de cadaverina.

En lo que respecta a la detección de triptamina y de histamina, el resultado fue negativo en todos los ensayos.

Un bajo porcentaje de cepas resultó capaz de generar espermina y espermidina a partir de ornitina (en concentraciones muy bajas, comprendidas entre trazas y 5 ppm), y aunque prácticamente todas fueron capaces de acumular trazas de espermidina a partir de metionina, ninguna lo fue de generar espermina a partir del mismo aminoácido precursor.

Por otra parte, en cuanto a las cepas aisladas de quesos provenientes de la región santafesina (Tabla 3), se observó que todas fueron capaces de producir tiramina a partir de tirosina (entre trazas y 150 ppm), mientras que sólo una cepa de *Enterococcus* sp. fue capaz de generar trazas de cadaverina a partir de lisina.

**Tabla 1:** Determinación por HPTLC de la capacidad de producción de aminas biógenas por cepas de *Enterococcus* sp. aisladas de productos de la región patagónica.

Cepas	Origen	Amina (concentración expresada en ppm)									
		Tir	Trip	Hist	Cad	Fenil	Put	Esp <sup>1</sup>	Esp <sup>d1</sup>	Esp <sup>2</sup>	Esp <sup>d2</sup>
<i>Enterococcus</i> sp. ETW102	Queso de oveja	5	-	-	5	<10	80	-	-	-	trazas
<i>Enterococcus</i> sp. ETW 104		80	-	-	30	<10	80	trazas	5	-	trazas
<i>Enterococcus</i> sp. ETW 111		100	-	-	5	<10	50	-	5	-	trazas
<i>Enterococcus</i> sp. ETW 114		80	-	-	40	10	40	-	-	-	trazas
<i>Enterococcus</i> sp. ETW 118		700	-	-	40	10	-	trazas	5	-	-
<i>Enterococcus</i> sp. ETW 107	Leche de oveja	70	-	-	20	10	20	-	5	-	trazas
<i>Enterococcus</i> sp. ETW 108		90	-	-	trazas	10	50	-	-	-	trazas
<i>Enterococcus</i> sp. ETW 109		20	-	-	30	10	80	trazas	trazas	-	trazas

**Tabla 2:** Determinación por HPTLC de la capacidad de producción de aminas biógenas por cepas de *Leuconostoc* sp. aisladas de productos de la región patagónica.

Cepas	Origen	Amina (concentración expresada en ppm)									
		Tir	Trip	Hist	Cad	Fenil	Put	Esp <sup>1</sup>	Esp <sup>d1</sup>	Esp <sup>2</sup>	Esp <sup>d2</sup>
<i>Leuconostoc</i> sp. LeuTW 1	Queso de oveja	trazas	-	-	10	<10	-	-	-	-	trazas
<i>Leuconostoc</i> sp. LeuTW 3		5	-	-	30	<10	40	-	trazas	-	trazas

**Tabla 3:** Determinación por HPTLC de la capacidad de producción de aminas biógenas por distintas cepas aisladas de quesos de la región santafesina.

Cepas	Origen	Amina (concentración expresada en ppm)									
		Tir	Trip	Hist	Cad	Fen	Put	Esp <sup>1</sup>	Espd <sup>1</sup>	Esp <sup>2</sup>	Espd <sup>2</sup>
<i>Lactococcus</i> sp. DBFIQ Lc3	Quesos y salames	trazas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lactobacillus</i> sp. DBFIQ L4		trazas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lactobacillus</i> sp. DBFIQ L7		trazas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lactococcus</i> sp. DBFIQ Lc8		trazas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lactococcus</i> sp. DBFIQ Lc12		10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lactobacillus</i> sp. DBFIQ L15		trazas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Micrococcus</i> sp. DBFIQ MCA		trazas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Micrococcus</i> sp. DBFIQ MCB		trazas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Micrococcus</i> sp. DBFIQ McC		trazas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enterococcus</i> sp. DBFIQ EnA		20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enterococcus</i> sp. DBFIQ EnB		150	-	-	trazas	-	-	-	-	-	-
<i>Enterococcus</i> sp. DBFIQ EnC		100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enterococcus</i> sp. DBFIQ En1		80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enterococcus</i> sp. DBFIQ En2		70	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Referencias: Tir: tiramina; Trip: triptamina; Hist: histamina; Cad: cadaverina; Fen: feniletilamina; Put: putrescina; Esp: espermina; Espd: espermidina. 1-Aminoácido precursor ornitina. 2-Aminoácido precursor metionina.

Los resultados expuestos coinciden en sus aspectos generales con los informados por otros autores [2, 7, 8, 9, 11]. Estos han determinado la capacidad significativa de diferentes cepas de bacterias ácido lácticas, especialmente las pertenecientes al género *Enterococcus*, para generar distintas aminas biógenas por decarboxilación de los aminoácidos presentes en su habitat y, sobre todo, en los ecosistemas alimentarios. Entre ellos, Vale [7] indica que los enterococos son notorios formadores de tiramina; Shalaby [2] informa que cepas de *Enterococcus faecalis* aisladas de productos cárnicos producen tiramina; Celano y col. [8] informan que cepas de *Enterococcus faecalis* han sido asociadas con tiramina en quesos Cheddar; y Valsamaki y col. [9] indican que cepas de enterococos son particularmente activas en decarboxilar aminoácidos.

Según demuestran Maijala y col. [10], se pueden aislar a partir de muestras de carne y de productos cárnicos cepas de bacterias ácido lácticas productoras de aminas, pertenecientes a las especies *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus buchnerii*, *Lactobacillus curvatus*, *Carnobacterium piscicola*, *Carnobacterium divergens* y *Lactobacillus hilgardii*. Por otra parte, von Beutling [11] también detecta cepas de *Enterococcus* y *Lactococcus* de origen alimentario, capaces de producir tiramina.

En la Tabla 4 se observan los resultados obtenidos en lo que respecta a la incidencia de distintos grupos bacterianos, potenciales productores de aminas biógenas, en una muestra de queso pategrás producido en la región santafesina.

**Tabla 4:** Enumeración de distintos grupos bacterianos en una muestra de queso.

Muestra	Concentraciones de los distintos grupos bacterianos (expresadas como UFC/g)		
	<i>Micrococcus</i> sp.	<i>Enterococcus</i> sp.	Bacterias ácido lácticas en Agar MRS
Queso	2,5.10 <sup>5</sup>	4,1.10 <sup>6</sup>	1,14.10 <sup>8</sup>

Por último, en la Tabla 5 se detallan las concentraciones de aminas detectadas en dos muestras de quesos y dos de embutidos cárnicos producidos en la región santafesina.

**Tabla 5:** Concentración de aminas en alimentos lácteos y cárnicos de la región santafesina.

Muestra	Concentración de aminas (expresadas en ppm)							
	Tir	Trip	Hist	Cad	Fenil	Put	Esp	Espd
Salame 1	400	400	<200	-	trazas	400	-	-
Salame 2	<100	-	trazas	500	-	-	-	-
Queso 1	trazas	<5	-	-	trazas	300	trazas	-
Queso 2	<100	-	trazas	<100	-	-	-	-

Referencias: Tir: tiramina; Trip: triptamina; Hist: histamina; Cad: cadaverina; Fenil: feniletilamina; Put: putrescina; Esp: espermina; Espd: espermidina.

Los resultados detallados en estas dos últimas Tablas muestran, por un lado, que existe una muy alta incidencia de grupos bacterianos propios del proceso de fermentación o maduración de quesos (*Enterococcus* sp. y bacterias del ácido láctico), como así también de bacterias contaminantes (*Micrococcus* sp.) en la muestra analizada. Como todas las cepas estudiadas pertenecientes a estos grupos bacterianos han resultado ser productoras de tiramina, es esperable encontrar al menos la presencia de esta amina biógena en dicho alimento lácteo fermentado.

Por otra parte, en la Tabla 5 se observa que, efectivamente y en coincidencia con lo expresado en el párrafo anterior, las dos muestras de quesos en las que se investigó la presencia de tiramina han resultado positivas para este ensayo, y han demostrado también poseer distintas concentraciones de las diferentes aminas estudiadas, excepto espermidina, que estuvo ausente en ambas muestras. La discrepancia aparente entre los resultados detallados en las Tablas 3 y 5 puede ser plenamente justificada si se tienen en cuenta las múltiples variables propias de un ecosistema alimentario que pueden incidir sobre la formación de aminas en el mismo; entre ellas se pueden destacar las temperaturas de elaboración, maduración y almacenamiento; el contenido de NaCl; las variaciones en los valores de pH; las interacciones existentes entre los diferentes grupos microbianos presentes en los quesos, que con sus actividades enzimáticas pueden, por ejemplo, liberar aminoácidos precursores para la formación de diferentes aminas; etc.

Por último, también en la Tabla 5 se observa la presencia variable, y en algunos casos considerable, de las distintas aminas investigadas en las dos muestras de embutidos cárnicos. Si bien los valores máximos de concentración detectados para algunas de ellas, en forma individual, están alejados de los que se consideran valores de riesgo mediano o alto para el consumidor (100 a 800 mg/kg) [1, 3], las concentraciones individuales de otras y la sumatoria de las concentraciones determinadas en ambas muestras, pero sobre todo en la N° 1, señalan que las mismas se encuentra dentro de la zona de riesgo medio o alto. Por otra parte, debe tenerse en cuenta la existencia de personas especialmente susceptibles a los efectos tóxicos del consumo de aminas biógenas, como lo son por ejemplo los individuos sometidos a tratamientos con ciertos me-

dicamentos antidepressivos. Estos medicamentos inhiben la monoamino-oxidasa hepática y la diamino-oxidasa intestinal, que son las enzimas que se encargan de degradar las aminas en el tracto digestivo humano, por lo que las personas que los consumen pueden sufrir efectos tóxicos debidos al consumo alimentario de bajas concentraciones de aminas biógenas.

A fin de tratar de establecer alguna comparación entre los resultados de incidencia de aminas biógenas en alimentos lácteos y cárnicos previamente expuestos, y los reportados en la bibliografía, se puede comentar que Halász y col. [3] determinaron que los quesos Cheddar son ricos en aminas, y especialmente en tiramina, dado que detectaron valores de concentración de este compuesto mayores a 1500 mg/kg. También estos autores informaron que feniletilamina está presente en variadas concentraciones en quesos Cheshire y Edam, y que histamina se encuentra presente en altos niveles en quesos Gouda. Como puede apreciarse, estos resultados difieren considerablemente de los detallados en el presente trabajo en cuanto al tipo y las concentraciones de aminas detectadas, pero coinciden en lo que respecta a la presencia de estos compuestos en diversas variedades queseras.

Asimismo, en embutidos secos portugueses se determinó la presencia de tiramina y putrescina [12]; en el caso del denominado “salpicão” se detectaron 13,4 mg/kg de tiramina, y en el “chouriço” 75,9 mg/kg de tiramina y 11,3 mg/kg de putrescina. Cabe aclarar que estos valores están por debajo de los sugeridos como peligrosos por Silla Santos [1], por lo que los embutidos mencionados no presentan riesgo para los consumidores. Por su parte Komprda y col. [13] detectaron concentraciones variables entre 170 y 382 mg/kg de tiramina en embutidos secos comerciales; Kalac [14] informó niveles de poliaminas (putrescina, espermina y espermidina) variables entre  $\leq 2$  y 40 mg/kg detectados en carne fresca vacuna y porcina, y valores de concentración de putrescina comprendidos entre 60 y 140 mg/kg en embutidos sometidos a secado espontáneo; Fuchs y col. [15] reportaron niveles de concentraciones sumamente variables de las mismas poliaminas en músculo y vísceras porcinas utilizados para la elaboración de alimentos de consumo humano o animal. Estos resultados también presentan discrepancias con los determinados en este trabajo, especialmente para la muestra de salame identificada como N° 1, en lo que se refiere a variedad y concentraciones de aminas detectadas. Sin embargo, y al igual que en el caso de las muestras de queso, coinciden en cuanto a la presencia de aminas biógenas en general, y de tiramina y putrescina en particular.

### Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente trabajo indican que existe una alta probabilidad de que las cepas de *Enterococcus* y *Leuconostoc* aisladas de leche ovina y quesos

de origen patagónico sean capaces de acumular elevadas cantidades de tiramina y concentraciones variables de las demás aminas y poliaminas estudiadas, a excepción de histamina y triptamina. Asimismo, las cepas de *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus* y *Micrococcus* aisladas de quesos producidos en la región santafesina, también han demostrado poseer una capacidad variable de generación de tiramina. Por lo tanto, resulta indispensable evaluar esta actividad bioquímica como paso previo a la determinación de la conveniencia de utilizar estas cepas como fermentos en elaboraciones de quesos y de otros productos lácteos y cárnicos fermentados regionales, a fin de efectuar una correcta elección tratando de lograr un balance equilibrado entre sus propiedades tecnológicas deseables y el aspecto fisiológico negativo de las mismas aquí estudiado.

Por otra parte, los resultados encontrados también alertan acerca de la presencia de concentraciones variables de diversas aminas biógenas en quesos y embutidos producidos en la región Santa Fe, aspecto al que debe prestarse especial atención para evitar potenciales riesgos en la salud del consumidor, en función de las consideraciones detalladas previamente.

### Agradecimientos

El presente trabajo ha sido subsidiado con aportes provenientes de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), a través del apoyo económico otorgado al Proyecto PICTR 00063 –Convocatoria 2002–, como así también con aportes provenientes del Programa “Curso de Acción para la Investigación y Desarrollo” –Convocatorias 2005 y 2009–, de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Litoral.

### Referencias bibliográficas

1. Silla Santos M.H. Biogenic amines: their importance in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 29 (2–3): p. 213–231. 1996.
2. Shalaby A.R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, 29 (7): p. 675–690. 1996.
3. Halász A. *et al.* Biogenic amines and their production by microorganisms in foods. *Trends in Food Science & Technology*, 5 (2): p. 42–49. 1994.
4. Shalaby A.R. Multidetecction, semiquantitative method for determining biogenic amines in foods. *Food Chemistry*, 52 (4): p. 367–372. 1995.
5. Shalaby A.R. Simple, rapid and valid thin layer chromatographic method for determining biogenic amines in foods. Analytical, Nutritional and Clinical Methods. Section. *Food Chemistry*, 65 (1): p. 117–121. 1999.
6. Joosten H.M.L.J., Northolt M.D. Detection, growth, and amine-producing capacity of lactobacilli in cheese.

- Applied and Environmental Microbiology*, 55 (9): p. 2356–2359. 1989.
7. **Vale S., Glória M.B.** Biogenic amines in brazilian cheeses. *Food Chemistry*, 63 (3): p. 343–348. 1998.
  8. **Celano G.V. et al.** Ricerca di amine biogene in alcuni formaggi. *Industrie Alimentari*, 31: p. 764–768. 1992.
  9. **Valsamaki K., Michaelidou A., Polychroniadou A.** Biogenic amines production in feta cheese. *Food Chemistry*, 71 (2): p. 259–266. 2000.
  10. **Majjala R.L., Eerola S.H.** Contaminant lactic acid bacteria of dry sausages produce histamine and tyramine. *Meat Science*, 35 (3): p. 387–395. 1993.
  11. **von Beutling D.** Studies on the formation of tyramine by microbes with food hygienic relevance. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 44 (4): p. 83–87. 1993.
  12. **Ferreira V. et al.** Chemical and microbiological characterization of «Salpicão de Vinhais» and «Chouriça de Vinhais»: Traditional dry sausages produced in the North of Portugal. *Food Microbiology*, 24(6): p. 618–623. 2007.
  13. **Komprda T., Sládková P., Dohnal V.** Biogenic amine content in dry fermented sausages influenced by producer, spice mix, starter culture, sausage diameter and time of ripening. *Meat Science*, 83: p. 534–542. 2009.
  14. **Kalac P.** Biologically active polyamines in beef, pork and meat products: A review. *Meat Science*, 73: p. 1–11. 2006.
  15. **Fuchs T., Bauer F., Paulsen P.** Content of polyamines in by-products of slaughter pigs. *Meat Science*, 83: p. 161–164. 2009.
- Recibido: 26/03/10.  
Aprobado: 26/11/10.
- Arturo Carlos Simonetta<sup>1</sup>  
Licenciado en Química, Orientación Analítica. Doctor en Química, Orientación Analítica. Profesor Asociado, Cátedras: Microbiología General, Principios de Biotecnología, Microbiología de Alimentos y Biotecnología. Categoría en Sistema de Incentivos a los Docentes Investigadores: I.
  - Nancy Guadalupe Baraggio<sup>1</sup>  
Licenciada en Edafología. Licenciada en Química, Orientación Analítica. Magíster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Jefe de Trabajos Prácticos, Cátedras: Microbiología General, Principios de Biotecnología. Categoría en Sistema de Incentivos a los Docentes Investigadores: IV.
  - Natalia Soledad Velázquez<sup>1</sup>  
Estudiante de Licenciatura en Biotecnología. Pasante.
1. Cátedras de Microbiología y Biotecnología, Departamento Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral. Santiago del Estero 2829, (3000) Santa Fe. asimonet@fiq.unl.edu.ar.