

PRESENCIA DEL GLUTAMATO EN ALIMENTOS

*Cinthia Baú Betim Cazarin
Carolina Soares de Moura
Priscila Neder Morato
Jaime Amaya-Farfan*

1. INTRODUCCIÓN

En la primera edición de este libro, se utilizaron datos de la Encuesta de Presupuesto Familiar (POF), del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE, 2002/2003), para calcular la contribución de los alimentos adquiridos comercialmente en Brasil en términos del contenido de ácido glutámico y glutamato monosódico. Desde ese momento hasta la actualidad se han realizado dos nuevas POF, siendo la última en 2018. Esta encuesta sería la más adecuada para la elaboración de un nuevo presupuesto, no solo por ser la más reciente, sino también porque fue diseñada para medir el consumo real de alimentos pero aún no está disponible para el público. Conscientes de las limitaciones de POF-2002/2003, de la necesidad de obtener datos de composición más actuales de las antiguas y nuevas formulaciones, además de la inaccesibilidad de POF-2018, los autores optaron por mantener los cálculos de POF-2002/2003. Sin embargo, sería aconsejable que los nuevos cálculos basados en las nuevas POFs destaquen el contenido de glutamato monosódico – y quizás otras sales – de forma separada del contenido de ácido glutámico proteico y el peptídico para mejorar el panorama del consumo en Brasil.

De las pocas novedades que se han producido desde la primera edición, quizás el acontecimiento principal en los últimos 10 años ha sido la opinión científica sobre el consumo de ácido glutámico y glutamatos expresada por la Comisión en Fuentes de Aditivos y Nutrientes (*Additives and Nutrient Sources* -ANS) de la Autoridad Europea de Seguridad alimentaria (EFSA, 2017). En relación a la exposición alimentaria a glutamatos (E620-E625), la Comisión señaló que la población europea consume glutamatos totales (el ácido y los glutamatos de sodio, potasio, calcio, amonio y magnesio) en niveles que superan los límites aceptables para la ingesta de glutamatos libres añadidos a la dieta, de 30 mg (de ácido)/kg p.c./día. Además de superar las dosis asociadas a efectos adversos en determinados grupos de la población, incluso sin incluir el glutamato presente en las proteínas y otros compuestos naturales. Por esta razón, se entiende que existe una preocupación con el tema de la “seguridad”, especialmente en relación a la población infantil. Yendo un poco más allá, es posible percibir que el énfasis está en el consumo de las formas libres de sales y que hay espacio para desarrollar más investigaciones sobre el tema “presencia y consumo” de glutamatos y su relevancia en la salud.

Una consecuencia de lo reportado por EFSA (2017) sobre la exposición a los glutamatos (E620-E625) fue la investigación sobre consumo y composición de alimentos publicada por Tennant (2018). El autor señaló exposición alimentaria en niños pequeños debido al consumo y digestión de las proteínas. Esta constituye una dieta sin aditivos que puede llegar a 440 mg/kg p.c./día de ácido glutámico y glutamatos totales. Los cálculos mostraron un amplio rango de consumo promedio de glutamato libre en los países europeos, que van desde 5,5 mg/kg p.c./día en ancianos austriacos, hasta 37 mg/kg p.c./día en niños de 1 año en adelante en Bélgica. Los quesos curados, en este caso, fueron responsables por una parte importante del consumo, seguidos de los embutidos, la leche, las patatas y los tomates. En el rango de alto consumo, hubo niños que consumieron entre 56 y 82 mg/kg p.c./día y la ingesta alta se asoció al consumo de quesos.

A partir de su investigación, Tennant (2018) estimó que, aplicando ingestas aceptables, los niños de 1 año o más podrían ingerir aproximadamente 80 mg/kg p.c./día. Sin embargo, si se incluye el consumo del ácido glutámico de las proteínas contenidas en los alimentos, el total podría alcanzar hasta 400 mg/kg p.c./día. De esta forma, el autor concluyó que el aporte de glutamatos añadidos a los alimentos es muy pequeño en comparación con la ingesta total de todas las formas a lo largo del día. Aunque la declaración de Tennant (2018) constituye una orientación primordial sobre el tema de la seguridad alimentaria, nuestra

opinión es que la conclusión es discutible ya que las posibles formas químicas del aminoácido: el ácido libre, el peptídico y las sales no son biológicamente equivalentes, cada una con sitios de acción específicos y no deberían considerarse como un *pool* único, según se discute más adelante.

En todo tejido biológico, los aminoácidos libres se encuentran en menor proporción en relación a los aminoácidos totales, variando de 0,1 a 5%. La suma de los aminoácidos que componen las proteínas (aminoácidos proteicos), más los aminoácidos que forman parte de pequeños péptidos y los aminoácidos libres resulta en lo que se denomina como aminoácidos totales. El aminoácido L-glutamato es uno de los más difundidos en la naturaleza, ya sea vegetal, animal, alga o microbio. Este aminoácido puede estar presente en forma de aminoácido libre, en combinación con otros aminoácidos, integrando algunos péptidos e incluso en forma proteica, integrando la estructura de las más de 22 500 proteínas distintas existentes en los organismos vivos, incluyendo al hombre. Por lo tanto, es posible encontrar este aminoácido en su forma no combinada con otros componentes celulares en cantidades variables en todos los alimentos.

Si bien la concentración del glutamato libre es muy reducida en las frutas, las concentraciones son más expresivas en las hortalizas, Por otra parte, en los tejidos animales, las concentraciones de ácido L-glutámico libre presentan menor variabilidad y son más elevadas que en los vegetales. Entre los ejemplos de tejidos en los cuales los niveles de ácido L-glutámico son significativos tenemos el intestino delgado. La glutamina, derivado γ -amidado del aminoácido, es la principal fuente de energía para el enterocito y el cerebro. En este último, el ácido glutámico es el más abundante de los aminoácidos libres. La transformación del ácido glutámico en glutamina se realiza en la célula a través de la acción de la glutamina sintetasa. En el cerebro, la fuente de ácido glutámico es la glutamina (Tapiero *et al.*, 2002).

Los productos alimenticios que se encuentran en el mercado pueden contener ácido glutámico, tanto como componente natural, como añadido, en este último caso en forma de glutamato monosódico (GMS). El aditivo o ingrediente es adicionado al alimento procesado en virtud de sus características realzadoras del sabor, en forma pura (GMS) u oculta como integrante, por ejemplo, de un extracto de levadura. En general, los alimentos pueden contener concentraciones considerables, especialmente algunos productos industrializados, mientras que lo esperado en aquellos que no tuvieron adición de GMS es que tengan concentraciones clasificadas como medias o bajas.

2. ¿ÁCIDO, SAL O AMIDA?

En los tejidos vivos, en los cuales los pHs prevalentes son fisiológicos, el ácido glutámico libre no se encuentra en la forma ácida propiamente dicha sino más bien en equilibrio con la forma de sal, es decir, en forma de glutamato (el aminoácido neutralizado con algún catión monovalente o divalente). Las cantidades relativas de las formas derivadas, tales como glutamina libre y/o peptídica que puedan estar presentes en un momento determinado, serán dependientes de las enzimas glutamina sintetasa y glutaminasa.

De este conjunto de situaciones se concluye que en cualquier organismo siempre habrá un equilibrio entre las tres formas del ácido glutámico libre. Por ende, se entiende que los alimentos disponibles para el hombre poseen las tres formas distintas de ácido glutámico libre, además del que ya se encuentra en la forma peptídica y proteica.

3. CONTENIDO DE ÁCIDO GLUTÁMICO EN LOS ALIMENTOS

Esta cuestión ha sido explorada desde la década de 1940 cuando se inició el desarrollo de técnicas analíticas para la determinación de aminoácidos. Este interés se debe, probablemente, al hecho de que, aunque este aminoácido no es considerado nutricionalmente indispensable, ya se reconocían en aquella época sus propiedades sensoriales y sus funciones neurológicas. Hoy en día esta tendencia natural del hombre a la búsqueda de sabores más refinados podría explicarse de manera análoga a aquella que esclarece el interés en el azúcar, la sal o la grasa en los alimentos. Uno de los trabajos pioneros fue el de Krebs *et al.* (1948) en el cual se determinaron los valores del ácido glutámico y de la glutamina en cerca de una docena de tejidos de ovejas y de palomas. En este estudio, también, fue constatado que las frutas tienen bajos niveles de ácido glutámico.

Los alimentos que se destacan por la elevada concentración de glutamato libre naturalmente presente son, justamente, aquellos utilizados en la culinaria en virtud de su capacidad de conferir atributos sensoriales de sabor a platos y preparaciones. Por esta razón, tales productos a menudo se emplean en la elaboración de salsas, entre ellos los tomates, los champiñones y el queso (Giacometti, 1979; Yamaguchi & Ninomiya, 2000). De acuerdo con Yamaguchi & Ninomiya (2000), las concentraciones de glutamato libre pueden variar, por ejemplo, entre 1 y 1680 mg/100 g para la leche de vaca y para el queso parmesano reggiano, respectivamente (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 – Distribución del ácido glutámico libre en alimentos de diferentes orígenes sin especificación de la existencia de adición de GMS.

Tipo de alimento	Contenido de ácido glutámico libre (mg/100 g)
Carnes y Aves	
Carne bovina	10
Carne de cerdo	9
Pollo	22
Mariscos	
Escalope	140
Cangrejo blanco	19
Cangrejo azul	43
Cangrejo rey de Alaska	72
Camarón blanco	20
Alga marina	
Alga comestible seca	1378
Quelpo (<i>Kelp</i>)	1608
Wakame (<i>U. pinnetifida</i>)	9
Hortalizas	
Repollo	50
Espinaca	48
Tomate	246
Espárragos verdes	49
Maíz	106
Alveja (Guisante) verde	106
Cebolla	51
Papa (batata)	10
Hongos	42
Hongo <i>Shiitake</i>	71

Tipo de alimento	Contenido de ácido glutámico libre (mg/100 g)
Frutas	
Aguacate	18
Manzana	4
Uva (<i>V. labrusca</i>)	5
Kiwi	5
Quesos	
Emmental	308
Parmesano reggiano	1680
Cheddar	182
Leches	
Bovina	1
Leche de cabra	4
Materna	19
Salsa de pescado	
China	828
Japón	1323
Salsa <i>shoyu</i>	
China	926
Japón	782

Valores obtenidos por método cromatográfico. No se especifica si hubo adición de GMS.

Fuente: tabla adaptada de Yamaguchi & Ninomiya, 2000.

Otro estudio realizado por Barylko-Pikielna & Kostyra (2007), utilizó muestras de preparaciones típicas polacas especialmente elaboradas para la investigación. Este estudio reveló la presencia de concentraciones de glutamato y glutamina en un grupo de alimentos que comprendía caldo de pollo, sopa de champiñones, remolacha roja, sopa de espárragos y puré de papas. Los autores elaboraron sus preparaciones sin adición de glutamato y observaron que

los productos podrían ser clasificados en varias categorías, de acuerdo con las concentraciones de glutamato libre y glutamina. Por ejemplo, bases de caldo de pollo podían contener cantidades de glutamato semejantes a los de bases de sopa de verduras y de remolacha roja (entre 9,2 y 12,3 mg/100 g). A su vez, esos productos contenían concentraciones inferiores a los de una formulación a base de puré de papas (19,3 mg/100 g) o a una sopa de arvejas (41,1 mg/100 g), o a una base de espárragos (45,4 mg/100 g).

En el estudio citado, las concentraciones de glutamina presentes en los productos remolacha roja, sopa de verduras y puré de papas (21, 19,4 y 27,3 mg/100 g, respectivamente) fueron las que más se destacaron. En los demás productos, las concentraciones de glutamina oscilaron entre 2 y 10 mg/100 g. Para tener una idea de la magnitud de las concentraciones de glutamato, en relación con los demás aminoácidos libres, las sumas totales de los aminoácidos libres en todas las preparaciones variaron de menos de 100, para el caldo de gallina, a 224 mg/100 g para la sopa de arvejas. Esto nos da una medida de la importancia relativa que el glutamato tiene cuando se considera el conjunto de aminoácidos libres.

En un levantamiento de datos realizado en algunos productos en los Estados Unidos de América (EUA) y en países de la Unión Europea (EU) (Populin *et al.*, 2007), se verificó que entre los alimentos que no tenían adición de glutamato monosódico los niveles oscilaban entre 0,3 y 129 mg/100 g. Sin embargo entre aquellos que tenían el aditivo la variación era de 92,7 a 341 mg/100 g (Tabla 3.2). De esta forma, tratándose de un estudio amplio y relativamente reciente, es interesante observar que los aderezos para ensaladas fueron clasificados entre los alimentos industrializados con contenidos más expresivos de glutamato (entre 266 y 753 mg/100 g). Por otro lado, también es cierto que los productos con mayores niveles de glutamato no son alimentos clasificados como básicos; es decir, no participan en la dieta como una fuente principal de calorías. Este es el caso de las salsas, los caldos concentrados y similares, que tienen una función accesoria en la culinaria y no constituyen la base de la alimentación.

En los países asiáticos, los principales alimentos y productos que contienen glutamato son los mariscos secos y fermentados, salsas de pescado, frijoles y granos fermentados además de, hongos y té. Se destaca Japón como el país con mayor variedad de salsas de pescado, totalizando mayor disponibilidad/oferta de ácido glutámico. Para la preparación de platos populares, en Tailandia es común el uso del proceso de fermentación para la obtención del umami. La fermentación depende principalmente de las glutaminasas de los microorganismos presentes en los ingredientes para aumentar el contenido de ácido glutámico libre (Hajeb & Jinap, 2015).

Tabla 3.2 – Contenido de glutamato libre en caldos, sopas y bases, para sopas elaboradas en EUA y UE.

Producto	Ingredientes	Adición de GMS	GLU (mg/100 g de producto)	GLU (mg/ porción)	GLU (% del total de aa libres)
Caldo	Carne	No	1,5 ~ 5,1	3,7 ~ 12,7	6,5 ~ 12,1
	Carne, hortalizas	No	12,7 ~ 40,3	31,6 ~ 101,0	6,5 ~ 9,1
	Carne, hortalizas, extractos de levadura	No	27,2 ~ 33,8	68,0 ~ 84,5	19,6 ~ 21,1
Sopa	Carne, extractos de levadura	Sí	118,0 ~ 162,0	295,0 ~ 405,0	65,3 ~ 71,6
	Carne, hortalizas, extractos de levadura, proteína vegetal hidrolizada	Sí	187,0 ~ 242,0	468,0 ~ 606,0	78,5 ~ 80,9
	Hortalizas, extractos de levadura	No	29,2 ~ 45,5	73,0 ~ 114,0	12,9 ~ 15,8
	Hortalizas	Sí	176,0 ~ 284,0	439,0 ~ 710,0	47,0 ~ 61,1
	Hortalizas, extractos de levadura	Sí	208,0 ~ 221,0	521,0 ~ 554,0	49,4 ~ 59,7
	Carne e hortalizas	Sí	223,0	558,0	59,2
Base para Sopas	Carne, hortalizas, extracto de levadura, proteína vegetal hidrolizada	Sí	267,0 ~ 341,0	667,0 ~ 853,0	50,6 ~ 86,6
	Hortalizas	No	0,3	0,8	8,8
	Hortalizas, proteína vegetal hidrolizada	No	129,0	322,0	47,7
	Hortalizas extractos de levadura	No	7,8 ~ 46,5	14,5 ~ 116,0	24,6 ~ 30,3
	Hortalizas, extractos de levadura, proteína vegetal hidrolizada	No	10,1 ~ 67,7	25,3 ~ 169,0	19,5 ~ 22,5
	Carne	No	1,3 ~ 2,8	2,2 ~ 3,3	4,3 ~ 5,9
	Carne, extracto de levadura	No	9,2	18,3	16,0
	Carne, hortalizas, proteína vegetal hidrolizada	No	87,8	220,0	47,5
	Carne, hortalizas, extracto de levadura, proteína de carne hidrolizada	No	19,0	38,0	34,9
	Hortalizas	Sí	1.46,0 ~ 178,0	291,0 ~ 445,0	77,4 ~ 91,6
aa = aminoácidos.	Hortalizas, extracto de levadura	Sí	92,7 ~ 339,0	232,0 ~ 848,0	81,1 ~ 87,9
	Hortalizas, extracto de levadura, proteína vegetal hidrolizada	Sí	115,0	288,0	92,7
	Carne, hortalizas, extracto de levadura	Sí	315,0 ~ 323,0	788,0 ~ 808,0	78,8 ~ 86,8

Fuente: tabla adaptada de Populin *et al.*, 2007.

Es importante percibir que un buen número de productos alimenticios, ya sean preparaciones artesanales o industrializadas, o incluso ingredientes que hayan sido sometidos a procesos de germinación, fermentación o hidrólisis, podrán contener concentraciones más elevadas de ácido glutámico y glutamina libres. Esto se debe a la liberación de enzimas proteolíticas producidas durante el proceso de fermentación. Las enzimas liberadas se encargan de digerir las proteínas y generar las formas de baja masa molecular que emigran al medio.

En relación al contenido de GMS en productos brasileños disponibles comercialmente, los datos son escasos, y se restringen a los valores para las cremas y sopas. Sin embargo, existe por lo menos un estudio brasileño que relata el contenido de GMS en cremas, sopas, y caldos de gallina (industrializados) de marcas de gran consumo. Este estudio revela que la variación es grande y puede abarcar niveles de 1 hasta 12 g/100 g de producto (Guimarães & Lanfer-Marques, 2005). En cuanto a los contenidos, no hubo una distinción clara entre los tipos de productos, salvo que las mayores concentraciones se encontraron en las sopas con 5,5 g/100 g, seguidas de las cremas (media de 4,0 g/100 g) y de los preparados de caldo de gallina (media de 2,4 g/100 g). Las diferencias pueden estar más relacionadas con la marca que con el tipo de producto.

En relación a las concentraciones de glutamato total, es posible obtener una noción del contenido mediante la utilización de Tablas de Composición de los Alimentos. En la Tabla 3.3 se recopilan los 400 alimentos más consumidos en Brasil, extraídos de una lista con más de 5000 productos (microdatos del Estudio de Presupuestos Familiares – POF: IBGE, 2002/2003), y sus correspondientes contenidos de glutamato total, la cual sirve para tener una idea de la magnitud del contenido de glutamato en los alimentos más comúnmente consumidos en Brasil.

Tabla 3.3 – Contenido de glutamato total (g/100 g) de los 400 productos alimenticios más ricos en el aminoácido y más consumidos en Brasil.

ALIMENTO	Ácido glutámico (g/100 g producto)	ALIMENTO	Ácido glutámico (g/100 g producto)
Aguacate	0,287	Bacalao	9,378
Piña (Ananás)	0,079	Banana (plátano)	0,152
Calabaza cruda	0,184	Banana frita con miel	0,170
Calabacín verde	0,126	Banana seca o deshidratada	0,399
Azafrán	3,699	Papa congelada (semi-pro- cesada)	0,399
Acelga	0,267	Boniato (papa dulce)	0,155
Berro	0,190	Emparedado (<i>sandwich</i>)	3,104
Agua de coco	0,165	Berenjena cruda	0,186
Apio	0,090	Beterraga (remolacha roja)	0,428
Alcatra	2,901	Galleta cream cracker	3,066
Lechuga	0,182	Galleta de maicena	1,618
Albahaca	0,277	Galleta integral de agua	2,804
Algas em conserva	0,199	Galleta rellena	1,753
Ajo	0,805	Brócoli	0,542
Ablandador de carne	8,668	Brote de bambú	0,248
Ciruela	0,035	Brote de frijol	0,640
Ciruela Negra	0,114	Callos de res	1,964
Almendra	6,810	Cacao	2,948
Maní (en grano) (<i>in natura</i>)	5,390	Perro Caliente (Hot-Dog)	2,385
Manteca de maní	5,422	Café	2,030
Maní salado	4,949	Café de cevada	2,741
Americano (<i>sandwich</i>)	3,104	Café descafeinado	1,937
Almidón de arroz	1,097	Caldo de gallina	3,173
Almidón de maíz	0,053	Caldo de verduras	2,126
Papilla de harina de maíz (precocida)	1,754	Camarón	3,465
Embutido de jamón	1,934	Camarón cocido	3,566
Arroz especial (japonés)	0,029	Camarón en conserva	3,429
Arroz integral crudo	1,528	Canela em polvo	0,370
Arroz pulido	1,288	Caqui	0,104
Arroz precocido	1,466	Carambola (fruta estrella)	0,148
Arroz instantáneo	0,464	Caramelo (dulce)	0,892
Espárragos en conserva	0,295	Cangrejo	3,155
Atún en conserva	3,961	Carcaza de cerdo	2,642
Avena em hojuelas	3,712	Carne asada o bisteca	4,113
Avellana	3,710	Carne de res en conserva	2,728

ALIMENTO	Ácido glutámico (g/100 g producto)	ALIMENTO	Ácido glutámico (g/100 g producto)
Carne de caballo	3,116	Crema de arroz	1,004
Carne de codorniz	2,530	Crema de leche	0,620
Carne de conejo	3,217	Crema de maíz	0,741
Carne de pollo	2,012	Crepe	1,627
Carne de pollo en conserva	3,173	Cruasán (<i>croissant</i>)	2,300
Carne de hamburguesa	2,967	Cuscús	1,367
Carne de pato	1,709	Damasco seco o deshidratado	0,188
Carne de pavo	3,150	Diet shake	0,713
Carne de cerdo ahumada	3,327	Dulce de leche	0,618
Carne de cerdo en conserva	2,731	Dulce de calabaza pastoso	0,133
Carne de cerdo salada	0,693	Dulce de boniato	0,089
Carne de venado	3,336	Dulce dietético de durazno (melocotón)	0,061
Carne molida (cerdo)	2,642	Hamburguesa com huevo	2,180
Carne seca	4,316	Empanada	0,779
Carpaccio	4,052	Arveja (guisante)	0,436
Carré de cerdo	2,642	Arveja (en grano)	4,196
Castaña	0,210	Arveja (en vaina)	0,741
Castaña de cajú	4,506	Arveja y zanahoria en conserva	0,307
Castaña de pará	3,147	Espinaca	0,343
Cebolla	0,258	Harina de maní	10,908
Cebolla en conserva	0,131	Harina de arrurruz	0,050
Cebolla en polvo	1,445	Harina de avena	2,830
Zanahoria	0,366	Harina de galletas	1,300
Zanahoria en conserva	0,233	Harina de centeno	2,621
Cereal matinal	1,370	Harina de yuca	0,206
Cereza fresca	0,083	Harina de maíz enriquecida	1,754
Cerveza	0,047	Harina de pan rallado	3,192
Cevada en grano	2,741	Harina de soya	6,689
Chantilly	0,670	Harina de trigo	3,479
Hamburguesa con queso	3,102	Haba (en grano)	4,437
Chayote	0,125	Frijol (varios tipos)	2,869
Requesón (cuajada)	2,706	Frijol amarillo	3,355
Cocada	0,775	Frijol blanco	3,561
Coco	0,761	Frijol café	3,294
Hongos en conserva	0,207	Frijol carioca	3,595
Hongo fresco	0,343	Frijol mulato	3,294
Col	0,374		
Coliflor	0,264		

ALIMENTO	Ácido glutámico (g/100 g producto)	ALIMENTO	Ácido glutámico (g/100 g producto)
Frijol negro	3,294	Leche de cabra	0,626
Frijol rosado	3,195	Leche de coco	0,524
Frijol Morado	3,862	Leche de soya	0,487
Frijol verde	0,187	Leche de soya en polvo	0,487
Frijol rojo	3,436	Leche desnatada	7,350
Fermento biológico	1,235	Leche gelificada	0,681
Fibra de trigo	2,874	Leche entera	5,512
Hígado de res	2,612	Leche semidesnatada	0,782
Hígado de gallina o pollo	2,093	Leche vitaminada	0,779
Higo	0,072	Lenteja en conserva	1,399
Higo seco o deshidratado	0,295	Lengua de res	2,053
Hojuelas de arroz	1,212	Salchicha (al por menor)	2,210
Hojuelas de maíz	1,647	Salchicha <i>peperoni</i>	2,117
Pollo frito troceado fino	3,202	Calamar	2,208
Pollo asado o ahumado	3,497	Manzana	0,025
Harina de maíz	1,300	Manzana seca o deshidratada	0,137
Gelatina	0,894	Macadamia/nueces	2,267
Marmelada de frutas	0,109	Fideo instantáneo	4,596
Gemada	0,769	Papaya	0,033
Jengibre	0,162	Yuca	0,206
Sésamo	3,955	Mango	0,060
Guayaba	0,333	Albahaca	0,277
Dulce de guayaba	0,042	Mantequilla con o sin sal	0,178
Granola (copos de cereal mixto)	1,975	Margarina con sal	0,179
Garbanzo crudo	3,375	Mariscos	1,618
Pomelo blanco	0,176	Masa de pan común	1,730
Menta	0,358	Masa de pan de queso	1,751
Ñame	0,181	Masa de quibe, croqueta	2,514
Yogur de cualquier sabor	0,966	Masa de tomate	0,348
Kani kama	1,438	Masas precocidas	1,832
Catchup	1,101	Miel de abeja	0,018
Kiwi	0,184	Sandía	0,063
Langosta	3,207	Melón	0,209
Naranja pera	0,247	Mejillón	1,618
Leche achocolatada	0,664	Maíz (en grano)	1,768
Leche condensada	1,656	Maíz blanco en grano	1,768
Leche de búfala	0,477	Maíz verde (en espiga)	0,636

ALIMENTO	Ácido glutámico (g/100 g producto)	ALIMENTO	Ácido glutámico (g/100 g producto)
Maíz verde en conserva	0,385	Páprika	2,363
<i>Porridge</i> (gachas de avena)	1,102	Pasta de maní	5,023
Mini-pizza	3,539	Pastelería frita	2,021
<i>Sandwich</i> de jamón y queso caliente o frío	3,104	Paté	1,904
Mezclas industriales de panes	1,422	Pechuga de gallina o pollo	3,458
Salsa barbacoa	0,067	Pechuga de pavo	2,786
Salsa de pimienta	0,171	Pezcado acará	2,896
Salsa inglesa	0,067	Pescado albacora	3,489
Frutilla (fresa)	0,098	Pescado anchoa	3,038
Mortadela	2,619	Pescado asado	3,654
Mostaza (condimento)	4,979	Pescado atún	3,482
<i>Mozzarella light</i>	5,677	Pescado bagre de mar	2,445
Nabo	0,130	Pescado bonito	3,284
Nata dulce o salada	0,662	Pescado cazón	3,131
Durazno pelado	0,034	Pescado caballa	2,777
Níspero	0,061	Pescado chicharro	3,028
<i>Nuggets</i> de pollo	2,114	Pescado corvina	2,654
Ostra	0,711	Pescado curimata	2,996
Huevos de pescado	2,670	Pescado de agua dulce (varios tipos)	2,815
Huevo cocido	1,644	Pescado de mar (varios tipos)	2,751
Huevo de codorniz	1,662	Pescado dorado de mar	2,762
Huevo de gallina	1,676	Pescado frito	2,514
Huevo de pata	1,789	Pescado mero	2,892
Huevo de pava	1,742	Pescado lenguado	2,813
Palmito en conserva	0,296	Pescado mono	2,163
Panetone (pan de pascua)	2,355	Pescado morena	2,753
Panqueque	1,330	Pescado ojo de buey	3,455
Pan de centeno	2,603	Pescado chato	2,322
Pan de molde	2,920	Pescado pámpano sureño (pampo)	2,758
Pan de miel	1,498	Pescado sabalito	2,734
Pan de maíz	1,625	Pescado pargo	3,017
Pan de queso	1,022	Pescado pescada	2,903
Pan diet (industrializado)	2,459	Pescado sardina	3,674
Pan dulce	1,732	Pescado saboga	2,527
Pan francés	3,287	Pescado sierra	2,956
Pan sirio	3,153	Pescado salmón	2,889

ALIMENTO	Ácido glutámico (g/100 g producto)	ALIMENTO	Ácido glutámico (g/100 g producto)
Pescado tilapia	3,213	Repollo en conserva	0,292
Pescado rojo	3,061	Requesón	1,714
Pescado sherlet (tipo jurel)	2,996	Risotto	0,545
Pepino	0,196	Risotto precocido	1,328
Pera	0,030	Rosquita de coco	0,552
Pernil de cerdo asado	4,084	Ensalada rusa	0,387
Pavo asado o ahumado	4,785	Salame	1,929
Durazno	0,056	Papas fritas de bolsa (<i>chips</i>)	1,243
Durazno seco o deshidratado (huesillo)	0,548	Perejil	0,249
Picles	0,095	Salchicha	1,802
Pimienta	0,264	<i>Sandwich</i> natural	2,440
Pimienta malagueta en conserva	0,119	Sangre de carnero	2,120
Pimentón verde	0,194	Semilla de calabaza	4,315
Palomita de maíz, dulce o salada	2,255	Semolina de trigo	4,571
Pistacho	3,819	Shouo	1,479
Pizza	2,852	Cangrejo	3,080
Polvo de flan	0,618	Soya (en grano)	7,874
Polvo para <i>milk shake</i>	0,639	Bombas dulces rellenas	1,865
Polenta frita	0,741	Dátil seco o deshidratado	0,359
Pulpo	2,027	Mandarina	0,061
Proteína de soya	17,452	Polvillo de yuca (tapioca)	0,029
Puré de papas	0,353	Condimento mixto industrializado	2,126
Queso camembert	4,187	Tomate	0,431
Queso de soya	1,408	Tomate seco	5,202
Queso gorgonzola	5,179	Toranja	0,197
Queso minas	4,458	Tostada	1,999
Queso <i>mozzarella</i>	4,458	Chicharrón	7,625
Queso <i>parmesano</i>	8,209	Torta dulce	0,786
Queso <i>provolone</i>	6,235	Torta Salada	0,779
Queso ricota	2,446	Tocino de cerdo ahumado	1,707
Queso <i>roquefort</i>	3,670	Trigo (en grano)	4,743
Queso suizo	5,704	Uva rosada	0,131
Queso tipo <i>gouda</i>	6,137	Ostión	2,282
Quimbombó	0,271	Vísceras de res	1,983
Rabanito	0,157	Vísceras de cerdo saladas	1,983
Repollo	0,294	Batido de frutas	0,703

4. EXPOSICIÓN DEL CONSUMIDOR BRASILEÑO AL GLUTAMATO

No se encontraron informaciones relativas a las cantidades de ácido glutámico libre consumido en América Latina. No obstante, los volúmenes de glutamato monosódico así como de otras sales, producidos por el sector industrial pueden ser usados para obtener una estimativa indirecta sobre el consumo. La producción mundial de GMS alcanzó en 2006 un volumen de, aproximadamente, 2 millones de toneladas, de las cuales apenas una pequeña proporción fue destinada a la alimentación animal. Considerando que China produjo 57% y consumió 52% de ese total, se deduce que la población de América Latina debe consumir alrededor de 10%, es decir, doscientos mil toneladas de glutamato monosódico por año (Yokose & Janshekar, 2007).

Partiendo de la base de que la población de los países de América Latina (América del Sur, América Central, México y el Caribe) es de cerca de 679 millones de personas y de que el 20% de la población no tiene acceso a productos industrializados, tendremos una estimativa de consumo de 368,19 ton/10⁶ habitantes/año. Esto significa que el consumo medio era de aproximadamente 1 tonelada de GMS por un millón de habitantes por día, es decir de aproximadamente 1 g/persona/día. No hay dudas de que el panorama ha cambiado en los últimos 10 años y es lógico que los perfiles de consumo también hayan sufrido alteraciones.

En Brasil, así como en los demás países de América Latina, los datos de consumo de ácido glutámico libre, o ácido glutámico más glutamina libres, de origen alimenticio, no son conocidos. Sin embargo, al menos en Brasil, el consumo en la forma de ingrediente puro, sin considerar el extracto de levadura, puede ser estimado utilizando los datos de las POFs como fue hecho con la POF 2002/2003, pero siempre mantener actualizadas las concentraciones de nutrientes mediante análisis.

Otra consideración importante que puede ser relevante en el futuro es el estado químico o físico-químico en que el nutriente se encuentra en el alimento a la hora de ser consumido. Sobre una visión más moderna en materia de salud, el impacto real de los nutrientes añadidos a la dieta podría evaluarse mejor si consideramos la cantidad total del nutriente, consolidando todas sus formas en un único valor. Sin embargo, esta estrategia no parece ser aplicable a las diversas formas de los glutamatos y al ácido encriptado en las proteínas debido a la poca equivalencia entre algunos de ellos.

Es evidente que, cuando se calcula el consumo de ácido glutámico libre, se excluye automáticamente una masa completa, no despreciable, del aminoácido

proteico. Si bien esta masa es liberada por el proceso digestivo en poco más de una hora después de la ingestión, también es necesario reconocer que existe una separación temporal en el uso. Además existen diferencias en la bioaccesibilidad entre las diferentes formas, especialmente entre las formas libres y las formas peptídica o proteica. En consecuencia, desde un punto de vista nutricional y fisiológico no es posible otorgar un valor biológico equivalente a todas las formas del aminoácido y, por tanto, la cuantificación de las diferentes formas debe realizarse e informarse por separado.

Siguiendo esa lógica, el cálculo de la exposición alimentar al glutamato debería ser estimado considerándose al menos dos formas: el glutamato libre y el glutamato no libre. La dificultad práctica, no obstante, está en que los datos sobre composición de alimentos procesados, ni siempre son relatados con tal grado de detalle.

A pesar de las consideraciones anteriores y, en ausencia de nuevos datos, seguiremos dependiendo de los datos de la Encuesta de Presupuestos Familiares – POF (IBGE, 2002/2003) que recopiló informaciones sobre la adquisición de todo tipo de bienes de consumo, incluidos los alimentos. Esta es la mejor manera de obtener datos sobre el consumo de sales de ácido glutámico o cualquier nutriente por parte de la población brasileña, aunque, como ya se mencionó, los datos de la encuesta 2002/2003 no se refieren a la ingesta mundial de alimentos por familias, sino solo a los alimentos que se compraron y se pusieron a disposición en el hogar. Por lo tanto, no se espera que los números encontrados usando esta base revelen la ingesta real de sales de ácido glutámico y sus contrapartes. Además, se señala que los alimentos consumidos fuera del hogar no se incluyeron en la investigación.

En la Tabla 3.4 se presentan los mismos datos de la primera edición sobre consumo de ácido glutámico total, es decir, la suma del ácido glutámico libre (que incluye el GMS) y el proteico, por la población brasileña, conforme la región geográfica, según la POF (IBGE, 2002/2003).

Tabla 3.4 – Valores promedios per cápita diarios de ácido glutámico total disponibles en domicilios brasileños.

Región	N	Disponibilidad y promedio diario de proteína (g)	Disponibilidad y promedio diario de energía (kcal)	Disponibilidad y promedio diario de ácido glutámico (g)
Norte	105829	47,38-57,48	1534,27-1751,56	12,37
Noreste	296378	38,91-68,37	1510,85-2000,14	12,22
Sureste	125654	36,87-65,52	1538,48-2225,21	16,40
Sur	93512	45,46-65,61	1744,91-2079,50	19,86
Centro-Oeste	93734	35,99-53,83	1549,70-1740,00	15,82

Fuente: POF, 2002/2003.

5. BENEFICIOS OBTENIDOS CON EL USO DE GLUTAMATO MONOSÓDICO (GMS) EN ALIMENTOS

El GMS es un aditivo muy utilizado por la industria alimentaria en todo el mundo, así como en la cocina gourmet y en preparaciones domésticas. Tal preferencia se debe a su característica de realzar el sabor. Se han presentado iniciativas en la literatura científica con el objetivo de utilizar GMS como sustituto parcial del cloruro de sodio (Maluly *et al.*, 2017). Si la aplicación de estrategias, como la anterior, pudiera paliar el consumo excesivo de sodio y azúcar, podríamos ver que la lista de beneficios derivados de este aditivo crecerá y, con él, también la ingesta.

Los beneficios asociados al GMS constituyen una prueba de que la sal monosódica puede considerarse como una sal bioactiva y, por lo tanto, no es equivalente al aminoácido proteico y debe determinarse e informarse por separado. La justificación biológica para resaltar el consumo de glutamato monosódico, proteína o glutamato total, en futuras encuestas, se basa en las diferentes funciones que desempeñan y los diferentes sitios de acción que tienen en el organismo las dos formas del aminoácido. Esta medida de precaución se basa en al menos un caso ya reportado en la literatura sobre el desequilibrio metabólico causado por la ingesta de aminoácidos de cadena ramificada libres (BCAA) (Newgard *et al.*, 2009; Newgard, 2012). Los estudios metabólicos realizados por estos autores mostraron que la ingesta de BCAA libres se asoció con la resistencia a la insulina y con la diabetes tipo 2 en animales y humanos. Las preguntas planteadas por este y otros trabajos que siguieron aún no se han resuelto, pero deben considerarse para guiar nuevas investigaciones sobre la adición de aminoácidos libres a los alimentos.

6. CONSIDERACIONES FINALES

Con relación al consumo de glutamato monosódico (GMS), son escasas las investigaciones realizadas en América Latina y más específicamente en Brasil. Con base en la producción de este ingrediente, una estimativa simple indica que la ingestión diaria es de aproximadamente 1g por habitante, por día. Desde la primera edición de este capítulo, ha habido pocas novedades sobre la aparición de GMS en productos alimenticios. Los autores estaban interesados en descubrir si las nuevas tendencias del consumidor moderno habrían alterado de alguna manera la demanda de productos que contienen el ingrediente, pero no fue posible encontrar evidencia de que su producción industrial haya disminuido o aumentado. Por tanto, creemos que el consumo per cápita se mantiene sin cambios.

Los productos alimenticios no modificados, existentes en el mercado, poseen concentraciones muy distintas. Basado en estas diferencias, pueden ser clasificados como de concentraciones bajas, medias y altas. En el primer grupo se encuentran las frutas en general, mientras que el grupo de alto contenido está compuesto por hongos, ajo, tomate, quesos, nueces, algunas carnes, algas marinas y todos aquellos productos normalmente utilizados en la preparación de salsas, justamente para aprovechar sus características enriquecedoras del sabor. Muchas verduras, cangrejos y algunos pescados se encuentran clasificados en el grupo con contenidos intermedios. Los productos industrializados y los condimentos deshidratados son también generalmente muy ricos en GMS.

Con el objetivo de expresar de forma más realista el acceso de una población al glutamato alimentario, deberíamos adoptar un enfoque más amplio, incluyendo tanto el glutamato libre, como el glutamato no-libre, es decir, el proteico, cuyo contenido en la dieta puede ser 10 veces mayor que el libre. Sin embargo, dado que las funciones biológicas son esencialmente diferentes para las distintas formas químicas del aminoácido, no habría ninguna justificación lógica para informar los datos de consumo de manera conjunta o global. Este razonamiento parece reflejarse en la reciente postura de la EFSA (2017) sobre el uso de nutrientes como aditivos.

La extracción futura de datos de las POF más recientes puede confirmar o modificar la tendencia de distribución del consumo de glutamato agregado al alimento, que había sido detectada por POF-2002/2003. A través de la disponibilidad en los hogares brasileños, la investigación identificó que en las regiones Medio Oeste, Sureste y Sur, las familias, en general, consumían más glutamato agregado a los alimentos que en las regiones Norte y Noreste.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARYŁKO-PIKIELNA, N. & KOSTYRA, E. “Sensory interaction of umami substances with model food matrices and its hedonic effect”. *Food Qual Prefer.* 18(5): 751-758, 2007.

EFSA, EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. “Re-evaluation of glutamic acid (E 620), sodium glutamate (E 621), potassium glutamate (E 622), calcium glutamate (E 623), ammonium glutamate (E 624) and magnesium glutamate (E 625) as food additives”. *EFSA Journal.* 15(7): 4910, 2017.

GIACOMETTI, T. “Free and bound glutamate in natural products”. In: FILER, L. J. *et al* (ed.). *Glutamic acid: advances in biochemistry and physiology.* New York, Raven Press, 1979, pp. 25-34.

GUIMARÃES, C. P. & LANFER-MARQUES, U. M. “Estimativa do teor de fenilalanina em sopas desidratadas instantâneas: importância do nitrogênio de origem não-protéica”. *Rev. Bras. Cienc. Farm.* 41(3): 365-375, 2005.

HAJEB, P. & JINAP, S. “Umami taste components and their sources in asian foods”. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 55(6): 778-791, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de orçamentos familiares no Brasil - POF, 2002/2003.* Rio de Janeiro, 2004.

KREBS, H. A.; EGGLESTON, L. V. & HEMS, R. “Distribution of glutamine and glutamic acid in animal tissues”. *Biochem J.* 44: 159-163, 1948.

MALULY, H. D. B.; ARISSETO-BRAGOTTO, A. P. & REYES, F. G. R. “Monosodium glutamate as a tool to reduce sodium in foodstuffs: Technological and safety aspects”. *Food Sci Nutr.* 5(6): 1039-48, 2017.

NEWGARD, C. B. “Interplay between lipids and branched-chain amino acids in development of insulin resistance”. *Cell Metab.* 15: 606–614, 2012.

NEWGARD, C. B. *et al.* “A branched-chain amino acid-related metabolic signature that differentiates obese and lean humans and contributes to insulin resistance”. *Cell Metab.* 9: 311–326, 2009.

POPULIN, T. *et al.* “A survey on the presence of free glutamic acid in foodstuffs, with and without added monosodium glutamate”. *Food Chem.* 104: 1712-1717, 2007.

TENNANT, D. R. “Review of glutamate intake from both food additive and non-additive sources in the European Union”. *Ann Nutr Metab.* 73(suppl 5): 21-28, 2018.

TAPIERO, H. *et al.* “Glutamine and glutamate”. *Biomed Pharmacother.* 56: 446-457, 2002.

YAMAGUCHI, S. & NINOMIYA, K. “Umami and food palatability”. *J Nutrit.* 130: 921S-926S, 2000.

YOKOSE, K. & JANSHEKAR, H. “Monosodium glutamate”. *SRI Consulting* [periódicos eletrônicos]. Jan. 2007. Disponible en <http://www.sriconsulting.com/ceh/private/reports/543.6000>. Acceso el 19/4/2008.