

UMAMI EN DIFERENTES DIETAS

*Silvia Mendoza
Jorge Herman Behrens*

1. INTRODUCCIÓN

Nuestras elecciones de alimentos son bastante complejas e involucran cuestiones fisiológicas, culturales, económicas y sociales. Sin embargo, el factor principal es el sabor de los alimentos que resulta de la interacción de los sentidos del olfato y el gusto (Lawless & Heymann, 2010).

Tradicionalmente, se describían cuatro dimensiones básicas del gusto, a saber: dulce, ácido, amargo y salado. En 1908, Kikunae Ikeda aisló la sal sódica del aminoácido L-glutamato de las algas y describió su gusto como algo completamente diferente de los gustos tradicionales. Además, argumentó que la función de este nuevo gusto sería permitir que el cuerpo detecte fuentes de proteínas de una manera análoga al gusto dulce que indica la presencia de carbohidratos (Beauchamp, 2009; Martin & Issanchou, 2019). Este nuevo gusto se denominó umami y su reconocimiento por parte de la comunidad científica se produjo alrededor del año 2000 (Trivedi, 2012).

Umami es una palabra japonesa en la que *umai* significa delicioso y *mi*, significa gusto. Dentro de los términos más utilizados para traducir la palabra

umami, se han postulado los siguientes: sabroso, rico y delicioso (Yamaguchi & Ninomiya, 2000; Ninomiya, 2002; Hartley *et al.*, 2019).

La principal sustancia responsable del gusto umami es el anión del ácido glutámico, L-glutamato, proveniente de la sal monosódica (glutamato monosódico-GMS), ampliamente utilizado en la industria alimentaria. Existen sales disódicas de los ácidos 5'-ribonucleicos que actúan sinérgicamente con el GMS, específicamente la inosina-5'-monofosfato (IMP) y la guanosina-5'-monofosfato (GMP) (Kasabian & Kasabian, 2006; Beauchamp, 2009). Es interesante notar que, aislados, IMP y GMP producen un gusto umami muy débil, siendo que la sensación de gusto producida sería, probablemente, debido a la interacción con el L-glutamato presente en la saliva humana; por tanto, concentraciones supralimnarias de GMS, potencializan la sensación umami (Hartley *et al.*, 2019).

A finales del siglo XX, el umami fue objeto de intensa investigación hasta que, a principios de la década de 2000, investigadores de la Universidad de Miami informaron haber identificado un receptor acoplado a proteína G en la lengua de ratones, al que llamaron *taste-mGLUR4*. Los receptores gustativos umami marcados con las proteínas T1R1 y T1R3 responden fuertemente al glutamato, sin embargo, también lo hacen frente a otros aminoácidos, en diferentes magnitudes (Trivedi, 2012). Por lo tanto, se consideró que el umami representaba el gusto de muchos aminoácidos, sean estos esenciales o no, lo que refuerza la teoría de su función como indicador de fuentes de proteínas.

El L-glutamato está presente de forma natural en diversos alimentos como tomates, hongos, algas, pescados y mariscos, así como en alimentos que se someten a procesos de fermentación o de cura como salsa de pescado, salsa de soya, quesos y productos cárnicos (Curtis, 2009; Hartley *et al.*, 2019). Yamaguchi & Ninomiya (2000) publicaron una lista de 39 sustancias que, según ellos, promueven el gusto umami. También se incluyen otros aminoácidos, como los ácidos ibotérico y tricolómico, ambos encontrados en algunos hongos; el ácido succínico que se encuentra en el saqué, en los mariscos y en el vino; la teharina, en el té, y un octopéptido que se encuentran en el caldo de carne. El GMS es, por lo tanto, el compuesto de gusto umami más reconocido, sin embargo, la investigación continúa con el objetivo de obtener un conocimiento más completo de este gusto (Kasabian & Kasabian, 2006).

La industria ha estado utilizando GMS, IMP y GMP como aditivos que realzan el sabor en los alimentos procesados, especialmente los salados como aderezos para ensaladas, *snacks*, sopas, productos cárnicos, platos congelados, etc. (Martin & Issanchou, 2019). De hecho, los estudios demuestran la relación

entre los gustos salado y umami y las sales de L-glutamato (sódico o potásico), así como los extractos de alimentos de fuentes umami son ingredientes alternativos para reducir el sodio en los productos alimenticios.

En los últimos años se han publicado varios trabajos sobre las interacciones del umami con otros sabores básicos, además de su contribución a la palatabilidad de los alimentos, cuestión fundamental para la supervivencia desde el punto de vista de la evolución humana (Prescott, 2012). En este sentido, se han evaluado sustancias con gusto umami como ingredientes en dietas para niños con trastornos alimentarios, para personas debilitadas, para ancianos desnutridos, en dietas para hipertensos, para personas diabéticas, y en dietas bajas en grasas para aquellas personas con sobrepeso. Sin duda, estos estudios aportan información muy relevante a los científicos, tecnólogos y nutricionistas de alimentos, pero el gusto umami siempre ha estado presente en la comida y la cocina de los pueblos de todo el mundo.

2. UMAMI EN LAS PRIMERAS FASES DE LA VIDA

Los receptores del gusto comienzan a operar en la fase uterina. Las células gustativas inician su formación entre las siete y ocho semanas de gestación y alrededor de las 17 semanas se consideran funcionalmente maduras. La succión gestacional no nutritiva comienza a partir de la semana 18 y las acciones de succión y deglución se coordinan alrededor de las 35 a 40 semanas de gestación. Al final del embarazo, el feto traga e inhala cantidades significativas de líquido amniótico que conducen a las primeras experiencias sensoriales y al aprendizaje del sabor. Capaz de detectar gustos, el bebé se prepara para la vida posnatal y la frecuencia de deglución aumenta en respuesta a la introducción de sustancias dulces (nutrientes) en el líquido amniótico y disminuye en respuesta a la introducción de sustancias amargas (peligro potencial) (Lipchok *et al.*, 2011). Un patrón de respuesta similar se observa poco después del nacimiento: en horas y días, el recién nacido reacciona, como es de esperar, a estímulos gustativos agradables y desagradables (Prescott, 2012).

Steiner (1987) realizó experimentos en niños recién nacidos. Colocó en la lengua del recién nacido agua, o una solución dulce, ácida, amarga o sopa de verduras sin y con GMS (0,5%) y registró las reacciones faciales de los bebés a los estímulos gustativos. Específicamente en relación al gusto umami, se pudo demostrar que la sopa con GMS tuvo expresiones de agrado cuando colocada en la lengua de los bebés similar a las presentadas con la solución dulce. Los indicios fueron: relajamiento de los músculos faciales, lamerse los labios y hacer

gestos positivos. Los resultados sugieren que la respuesta representa una habilidad innata.

Beauchamp *et al.* (1987) realizaron un estudio con bebés desnutridos de 2 a 24 meses de edad. Un grupo de 34 bebés recibió una sopa a base de verduras con y sin la adición de hidrolizado de caseína al 1% fortificada con L-triptófano, L-tirosina y L-cisteína. Otro grupo de 24 bebés recibió la misma base de sopa, pero se le agregó 0,4% de GMS. Otros dos grupos control de bebés sanos recibieron cada tipo de sopa por separado. Los bebés desnutridos consumieron más sopa con hidrolizado de caseína, mientras que los bebés normales consumieron más sopa-base, sin caseína. En cuanto a la sopa con GMS, los dos grupos de bebés reaccionaron de forma similar, consumiendo una mayor cantidad de sopa. Se concluyó que el mayor consumo de sopa fortificada con aminoácidos e hidrolizado de caseína refleja la deficiencia nutricional de los bebés. El mayor consumo de sopa con 0,4% GMS se debió a su mejor sabor, es decir, palatabilidad.

3. UMAMI Y PALATABILIDAD

Aunque se considera que la detección del gusto umami indica la presencia de proteínas (Beauchamp *et al.*, 1987; Yamaguchi & Ninomiya, 2000; Martin & Issanchou, 2019), estudios más recientes relacionan más el umami con la palatabilidad de los alimentos. La palatabilidad promueve la selección, ingestión, absorción y digestión de los alimentos y, aunque todos los sentidos están involucrados en la determinación de la palatabilidad de los alimentos, el gusto juega un papel importante (Prescott, 2012).

Se reconoce la relación entre los gustos salado y umami (Martin & Issanchou, 2019; Hartley *et al.*, 2019). En combinación con la sal (NaCl), las sustancias de gusto umami pueden mejorar la palatabilidad de muchos alimentos y, al agregar un porcentaje de GMS a algunos alimentos, es posible reducir el contenido de sodio sin disminuir la aceptabilidad (Schiffman, 1993). Para ilustrar este concepto, Yamaguchi & Takahashi (1984) utilizaron un modelo de sopa japonesa como base, en el que se mantuvo la palatabilidad con la adición de 0,38% de GMS, incluso con la cantidad de sal reducida. Se obtuvieron resultados similares utilizando caldo de pollo (Chi & Chen, 1992). Altug & Demirag (1993) obtuvieron resultados similares con sopas a las que se les añadió de 0,6% a 0,8% de glutamato, con una reducción del 40% de sal, sin afectar la palatabilidad. Los autores también confirmaron que el placer de tomar sopa con bajo contenido de sal y adición de GMS se mantuvo después de repetidas presentaciones. Cuando se introdujo la misma sopa sin GMS, la aceptación disminuyó. Cabe mencionar

que, en una serie de estudios realizados con diferentes menús, Yamaguchi (1987) encontró que la disminución del 30% en la sal sin la adición de sustancias umami afectó negativamente la aceptación.

4. UMAMI Y DIETA

El proceso de envejecimiento es complejo y refleja cambios en células, tejidos y órganos. Con la edad, existe una disminución natural de la agudeza gustativa, también influenciada por el uso de medicamentos, pérdida de dientes, atrofia del tejido óseo maxilar y alteración de la saliva (Schiffman & Warnick, 1993). Estos cambios en el gusto pueden conducir a una reducción del consumo de alimentos, o incluso a la anorexia, lo que provoca, como consecuencia, cambios nutricionales generales o específicos (Morley & Silver, 1998).

En diferentes países, se han realizado estudios con ancianos para evaluar: 1) si el uso de GMS y nucleótidos como potenciadores del sabor añadidos a la dieta puede compensar la pérdida del gusto y el olfato en los ancianos; 2) si el GMS añadido como potenciador del sabor en la dieta de las personas mayores hospitalizadas ayuda a mejorar la ingesta de alimentos; 3) si la adición de GMS a los menús permite hacer una reorientación de los alimentos para personas con casos de trastornos metabólicos (diabetes o sobrepeso); y 4) si las dietas adicionales con GMS y administradas a ancianos desnutridos durante unos meses podrían producir una mejora del estado nutricional (Schiffman, 1998, Schiffman & Warnick, 1993).

Murphy (1987) realizó un estudio en el cual se propuso investigar la relación entre el estado nutricional de jóvenes y ancianos, considerando su preferencia por aminoácidos en la dieta. Para ello, trabajó con dos grupos: el grupo A, formado por siete jóvenes universitarios de 18 a 26 años de edad; y el grupo B, conformado por 21 ancianos sanos, con una media de edad de 79 años. El estado nutricional de cada grupo fue determinado mediante exámenes bioquímicos (proteínas séricas totales, albúmina y nitrógeno de urea en sangre). El experimento consistió en la administración de una sopa-base a la cual se le adicionó glutamato en las concentraciones de 1, 2, 3, 4 e 5% peso/volumen. La aceptación de las sopas se midió por una escala hedónica lineal. Los resultados de los exámenes bioquímicos realizados en los ancianos fueron significativamente inferiores ($p < 0,05$), reflejando un peor estado nutricional. Más de la mitad de los ancianos prefirió las concentraciones de glutamato más altas. Mientras, los individuos más jóvenes, con un mejor estado nutricional, clasificaron las concentraciones más bajas de glutamato como las más agradables. Se concluyó que agregar potenciadores del

sabor en las dietas para personas mayores es favorable, ya que, a medida que aumenta la edad, las personas van perdiendo sensibilidad gustativa.

Bellisle (1998) estudió el efecto del umami en la dieta de las personas que vivían en un hogar de ancianos. Para una muestra de 65 ancianos con una edad promedio de 84 años, se les proporcionó para el almuerzo sopa y verduras con 0,6% de GMS. Los resultados mostraron que los participantes de la investigación consumieron más alimentos que contenían GMS. Por otro lado, el consumo de otros alimentos como los postres fue menor, por lo que, al final, el aporte calórico total se mantuvo constante. El experimento mostró que el glutamato puede facilitar la selección de ciertos alimentos y reducir el consumo de otros, una estrategia que los nutricionistas podrían utilizar para preparar dietas adecuadas para poblaciones con trastornos alimentarios.

Meertens & Solano (2002) llevaron a cabo, en Venezuela, un estudio sobre el efecto del GMS agregado a la dieta de ancianos con mal estado nutricional. Se evaluaron 54 adultos mayores de 60 años, residentes en un hogar geriátrico. Los ancianos que aceptaron participar se dividieron en dos grupos. El grupo A (n=26) recibió alimentos preparados con 0,6% de GMS en dos preparaciones de almuerzo, de lunes a viernes, durante tres meses. El grupo B (n=28) recibió los mismos alimentos y cantidades durante el mismo periodo, pero sin la adición de glutamato. Se midieron el índice de masa corporal (IMC) y los indicadores bioquímicos e inmunológicos. En el grupo A, el 19,2% de los ancianos presentaba déficit nutricional, porcentaje que descendió al 11,5% al final del periodo experimental. En el mismo grupo, el 65,3% presentaba hipoalbuminemia al inicio del estudio y, al final, este índice se redujo al 34,6%. La prevalencia de alteraciones en las subpoblaciones de linfocitos también disminuyó, especialmente para CD3 (*Cluster of Differentiation 3* - marcador utilizado en la identificación de células T, presente en leucemias y linfomas de células T, y que sirve como marcador de diferenciación entre leucemias/linfomas tipo B). En el grupo B, los cambios fueron menores. Los autores concluyeron que la adición de GMS a la dieta afectó positiva y significativamente el estado nutricional y el estado inmunológico de los participantes.

Bellisle *et al.* (1996) argumentaron que la adición de GMS favorece el consumo de alimentos, sin modificar el tamaño de la porción. Esta consideración es importante en personas con enfermedades metabólicas como diabetes mellitus, ya que podrían seleccionar una mayor cantidad de alimentos añadidos con GMS y con un índice glucémico bajo.

Bellisle *et al.* (1991) llevaron a cabo un estudio con pacientes diabéticos insulino dependientes y diabéticos no insulino dependientes, que tenían sobrepeso y necesitaban mejorar su elección de alimentos. Sesenta y dos pacientes diabéticos se dividieron en 31 pares según la edad, el índice de masa corporal (IMC), el género, el tipo y la duración de la diabetes. Fueron seleccionados dos menús tradicionales para los participantes y de palatabilidad media, los cuales incluían dos platos de prueba conteniendo GMS 0,6% (sopa y plato de verduras). Los menús fueron presentados en 6 ocasiones cada uno, 3 sin la adición de GMS y 3 con los platos de prueba conteniendo GMS. Todas las porciones se pesaron al principio y al final del almuerzo. La mitad de los pacientes presentó un aumento de la ingesta de alimentos a los que se añadió glutamato al 0,6%. La ingesta posterior de otros alimentos disminuyó, pero la ingesta calórica total se mantuvo constante. Así, al igual que en el estudio realizado con ancianos, la adición de GMS puede reorientar la elección de la comida en el almuerzo, sin inducir hiperfagia.

La mayoría de las investigaciones sobre el efecto del gusto umami en el consumo de alimentos utilizaron cantidades de GMS alrededor del 0,6%. Una mayor adición de GMS (1,2%) también aumentó la ingesta en la primera semana; sin embargo, después no hubo mayor efecto (Bellisle *et al.*, 1989).

5. UMAMI Y LA REDUCCIÓN DE GRASA EN LOS ALIMENTOS

En las últimas décadas, la prevalencia de sobrepeso y obesidad, tanto en niños como en adultos, ha ido aumentando a nivel mundial, convirtiéndose en una epidemia. El consumo excesivo de alimentos procesados ricos en grasas y azúcares se ha identificado como la principal causa de este fenómeno (Seidell, 1998).

Los alimentos con alto contenido en grasas son muy apetecibles, además de altamente energéticos, por lo que tienden a consumirse en grandes cantidades. Esto conlleva a un aporte energético superior del que el individuo necesita. Prescott (2012) incluso plantea que el hambre en las sociedades urbanas y afluentes adquiere un carácter fuertemente hedónico, es decir, algunos individuos prefieren alimentos densamente calóricos, ricos en grasas y carbohidratos, precisamente por el gran atractivo para el paladar. Por tanto, la reducción de grasas en los alimentos disminuye la palatabilidad y, para driblar este efecto, se postula que el uso adecuado de GMS en determinados alimentos podría ayudar a mantener la palatabilidad y aceptación de estos alimentos, en los que se reduce el contenido de grasa.

Se ha demostrado que el GMS aumenta la saciedad en adultos sanos con sobrepeso. Miyake *et al.* (2016) estudiaron el efecto del GMS en una sopa de verduras sobre la ingesta calórica posterior, así como la selección de alimentos por parte de mujeres adultas (n=68) sin trastornos alimentarios, sin embargo con sobrepeso u obesidad. Se proporcionó una porción fija (200 mL) de una sopa de verduras control, o la misma sopa con GMS añadido (0,5 g/100 mL), 10 min antes del almuerzo *ad libitum* y refrigerio *ad libitum*. El plato de sopa control tenía la misma cantidad equivalente que la sopa añadida con GMS. El consumo de sopa con GMS resultó en una ingesta significativamente menor de calorías en el almuerzo. La adición de GMS a la sopa también redujo la ingesta de energía de los alimentos salados ricos en grasas. En cuanto a la merienda, también hubo una reducción de calorías, pero sin diferencia significativa. Los autores concluyeron que el uso de GMS como condimento en un plato que sirve como entrada de una comida puede ser una estrategia para disminuir la ingesta energética posterior en personas con sobrepeso que no tengan trastornos alimentarios.

Martin & Issanchou (2019) no encontraron correlaciones significativas entre el contenido de grasa y el gusto umami, considerando diferentes tipos de alimentos. Es necesario realizar más investigaciones sobre el efecto de la adición de sustancias de gusto umami en los alimentos bajos en grasa, especialmente los procesados, ya que debido a su complejidad (ingredientes, aditivos, efectos de procesamiento, etc.), no está clara la relación entre la percepción de gustos (y su sinergia) y la señalización de nutrientes.

6. UMAMI Y CULINARIA

Quizás la principal representación social del umami esté asociada a la gastronomía oriental, ya sea por el origen lingüístico propio del término, así como por los ingredientes y alimentos característicos de la cocina asiática. Sin embargo, varios alimentos ricos en compuestos con gusto umami siempre han formado parte de los hábitos alimentarios de las poblaciones de todo el mundo, aunque no existe una palabra específica para ello en Occidente.

Diversos alimentos frescos (*in natura*) que se consumen en todo el mundo tienen una cantidad apreciable de sustancias de gusto umami (ácido glutámico y 5'-ribonucleótidos), como por ejemplo, zanahorias, tomates, champiñones, repollo, espárragos, guisantes, cebollas, uvas y manzanas, así como carnes blancas, carnes rojas, pescados y mariscos (Curtis, 2009).

Los procesos naturales de maduración, secado y curado liberan ácido glutámico y aumentan la intensidad del umami. Un tomate maduro tiene 10 veces

más glutamato que un tomate verde; Los hongos *shiitake* secos contienen 1060 mg de glutamato/100 g, en contraste con 71 mg/100 g de los frescos (Yamaguchi & Ninomiya, 2000). Durante los procesos de curado, salado o fermentación de productos proteicos, se liberan nucleótidos, así como una amplia variedad de aminoácidos libres por hidrólisis de proteínas. La carne bovina curada tiene más glutamato que la carne fresca. En quesos curados, como el *parmigiano reggiano* y *emmental*, cuanto mayor es el contenido de glutamato, más pronunciado es su sabor. Los alimentos que se someten a procesos fermentativos se destacan por las grandes cantidades de L-glutamato, como las salsas de pescado (621-1383 mg/100 g) y la soya (412-1264 mg/100 g).

Los registros históricos muestran que los romanos tenían cuatro tipos diferentes de salsas de pescado: *garum*, *liquamen*, *allec* y *muria*. El *garum* era la salsa principal producida por hidrólisis de pescados pequeños, en particular anchoas, sardinas y caballa, infundida con hierbas, especias y vino. Se utilizaban pesos para presionar la mezcla en frascos cerrados expuestos al sol durante varios meses. Al final, se separaba el líquido (*garum*) y se envasaba en ánforas de terracota. El material sobrante de la producción de *garum* se denominó *allec*. *Muria* era la solución salada resultante de la ósmosis al salar pescado entero o eviscerado (*salsamentum*). La naturaleza precisa del *liquamen* no está clara hasta hoy. Pero, según los paralelos modernos, parece haber sido el resultado de un lavado posterior del *allec* con solución salina. Por lo tanto, el *liquamen* estaba estrechamente relacionado con el *garum* y su proceso de producción similar sugiere que al final de la Antigüedad, el término *liquamen* reemplazó efectivamente al *garum* para designar la salsa de pescado. En general, esta descripción, aunque difundida, se asemeja a los procesos modernos de producción de salsa de pescado en el sureste asiático (Curtis, 2009).

La carne roja está muy presente en la comida occidental. La cocina tradicional europea utiliza la cocción prolongada de carnes, huesos y grasa bovina como base para caldos, como el caldo *bouillon* (del francés, “hervido”) y el *Bovril*, de origen inglés, para condimentar diversos alimentos (Marcus, 2005).

La cocina asiática, por otro lado, se basa en ingredientes tradicionales ricos en umami como el *dashi*, un caldo típico japonés elaborado con algas secas (*kombu*), pescado bonito seco (*katsuobushi*) o setas *shiitake* secas. *Dashi* significa “extracto hervido”, similar al caldo *bouillon* francés.

Según el *chef* estadounidense Mark Millar:

[...] los occidentales tienen un gusto lineal, acostumbrado a los gustos dulces y salados, con pocos contrapuntos y armonías. En la cocina asiática se utilizan todos los

gustos a la vez, se come de forma circular. Hay que acostumbrar la mente e ir tras las características del sabor y buscar sabores en diferentes partes de la boca (Labensky & Hause, 1995).

La globalización ha brindado la oportunidad de unir las cocinas y filosofías de Oriente y Occidente. Heston Blumenthal, en su libro *En busca de la perfección*, revisa los platos más populares del mundo y les da una perspectiva única. Umami es su gusto favorito debido a la profundidad y fuerza que imparte al sabor de un alimento. Según Blumenthal:

[...] la combinación de umami (glutamato, inosinato, guanilato y adenilato) tiene un efecto magnífico, que se demuestra en la práctica añadiendo ketchup a un filete de carne; tomate y carne molida en salsa boloñesa; o agregando queso parmesano a una pizza Margarita. Estas combinaciones son verdaderas explosiones de sabor debido al efecto sinérgico del glutamato y los ribonucleótidos (IGIS <<http://www.glutamate.org>>).

De lo anterior, la gastronomía actual une el arte y la ciencia, y el umami, aunque es un concepto reciente en Occidente, surge como un gusto que enriquece el sabor de la comida, brindando nuevas y más complejas experiencias sensoriales.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTUG, T. & DEMIRAG, K. "Influence of MSG on flavour acceptability and on the reduction of sodium chloride in some ready-made soups". *Chemical Mikrobiol Technol.* 15: 161-164, 1993.

BEAUCHAMP, G. K.; VASQUEZ DE VAQUERA, M. & PEARSON, P. B. "Dietary status of human infants and their sensory responses to amino acid flavor". In: KAWAMURA, Y. & KARE, M. R. (ed.). *Umami: A Basic Taste*. New York, Marcel Dekker, 1987, pp. 125-138.

BEAUCHAMP, G. K. "Sensory and receptor response to umami: an overview of pioneering work". *Am J Clin Nutr.* 90(3): 723S-727S, 2009.

BELLISLE, F. "Nutritional effects of umami in the human diet". *Food Rev Int.* 14(2-3): 309-319, 1998.

BELLISLE, F. *et al.* "Monosodium glutamate affects mealtime food selection in diabetic patients". *Appetite.* 26(3): 267-275, 1996.

BELLISLE, F. *et al.* "Monosodium glutamate as a palatability enhancer in the european diet". *Physiol Behav.* 49(5): 869-873, 1991.

BELLISLE, F.; TOURNIER, A. & LOUIS-SYLVESTRE, J. “Monosodium glutamate and the acquisition of food preferences in a european context”. *Food Qual Prefer.* 1(3):103-108, 1989.

CHI, S. P. & CHEN, T. C. “Predicting optimum monosodium glutamate and sodium chloride concentrations in chicken broth as affected by spice addition”. *J. Food Process Preserv.* 16: 313-326, 1992.

CURTIS, R. I. “Umami and the foods of classical antiquity”. *Am J Clin Nutr.* 90(3): 712S-718S, 2009.

HARTLEY, I. E.; LIEM, D. G. & KEAST, R. “Umami as an “alimentary” taste. A new perspective on taste classification”. *Nutrients.* 11(1): 182, 2019.

KASABIAN, D. & KASABIAN, A. *The fifth taste: cooking with umami.* New York, Universe Publishing: International Publications Inc., 2006.

LABENSKY, S. R. L. & HAUSE, A. M. *On cooking: a text book of culinary fundamentals.* 2. ed. New Jersey, Prentice Hall, 1995.

LAWLESS, H. T. & HEYMANN, H. *Sensory evaluation of food: principles and practices.* 2. ed. New York, Springer, 2010, p. 596.

LIPCHOCK, S. V.; REED, D. R. & MENELLA, J. A. “The gustatory and olfactory systems during infancy: implications for development of feeding behaviors in the high risk neonate”. *Clin Perinatol.* 38(4): 627-641, 2011.

MARCUS, J. B. “Culinary applications of umami”. *Food Technology.* 59(5): 24-30, 2005.

MARTIN, C. & ISSANCHOU, S. “Nutrient sensing: What can we learn from different tastes about the nutrient contents in today’s foods?”. *Food Quality and Preference.* 71: 185-196, 2019.

MEERTENS, L. & SOLANO, L. “Indice de masa corporal, variables bioquímicas inmunológicas de adultos mayores institucionalizados que recibieron dieta con glutamato monosódico”. *Anales Venezolanos de Nutrición.* 15(2): 105-110, 2002.

MIYAKE, T. *et al.* “Monosodium L-glutamate in soups reduces subsequent energy intake from high-fat savoury food in overweight and obese women”. *British Journal of Nutrition.* 115: 176-184, 2016.

MORLEY, J. E. & SILVER, A. J. "Anorexia in the elderly". *Neurobiol of Aging*. 9: 9-16, 1998.

MURPHY, C. "Flavor preference for monosodium glutamate and casein hydrolysate in young and elderly persons". In: KAWAMURA, Y. & KARE, M. R. (ed.). *Umami: A basic taste*. New York, Marcel Dekker, 1987, pp.139-151.

NINOMIYA, K. "Umami: a universal taste". *Food Rev. Int.* 18(1): 23-28, 2002.

PRESCOTT, J. *Taste matters: Why we like the foods we do?* London, Reaktion Books Grantham Book Services, 2012.

SCHIFFMAN, S. "Perception of taste and smell in elderly persons". *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 33(1): 17-26, 1993.

SCHIFFMAN, S. "Sensory enhancement of foods for the elderly with MSG and flavors". *Food Rev. Int.* 14(2-3): 321-333, 1998.

SCHIFFMAN, S. & WARNICK, Z. S. "Effect of flavor enhancement of foods for the elderly on nutritional status: food intake, biochemical indices and anthropometric measures". *Physiol. Behav.* 53(2): 395-402, 1993.

SEIDELL, J. C. "Dietary fat and obesity: an epidemiologic perspective". *Am. J. Clin. Nutr.* 67(3 Suppl): 546S-550S, 1998.

STEINER, J. "What a neonate can tell us about Umami". In: KAWAMURA, Y. & KARE, M. R. (ed.). *Umami: A basic taste*. New York, Marcel Dekker, 1987, pp. 97-124.

TRIVEDI, B. "Gustatory system: The finer points of taste". *Nature*. 486 (7403): S2-S3, 2012.

YAMAGUCHI, S. "Fundamental properties of umami in human taste sensation". In: KAWAMURA, Y. & KARE, M. *Umami: a basic taste*. New York, Marcel Dekker, 1987, pp. 41-93.

YAMAGUCHI, S. & NINOMIYA, K. "Umami and food palatability". *Journal of Nutrition*. 130: 921S-926S, 2000.

YAMAGUCHI, S. & TAKAHASHI, C. "Interactions of monosodium glutamate and sodium chloride on saltiness and palatability of a clear soup". *J. Food Sci.* 49: 82-85, 1984.