

## UMAMI EM DIFERENTES DIETAS

*Silvia Mendoza  
Jorge Herman Behrens*

### 1. INTRODUÇÃO

Nossas escolhas alimentares são bastante complexas e envolvem questões fisiológicas, culturais, econômicas e sociais. Porém, o sabor dos alimentos é o principal fator e resulta da interação dos sentidos do olfato e do gosto (Lawless & Heymann, 2010).

Tradicionalmente, quatro dimensões básicas de gosto eram descritas, a saber: doce, ácido, amargo e salgado. Em 1908, Kikunae Ikeda isolou de uma alga marinha o sal sódico do aminoácido L-glutamato e descreveu seu gosto como algo completamente diferente dos gostos tradicionais. Ele ainda argumentou que a função desse novo gosto seria permitir que o organismo detectasse fontes de proteína de forma análoga ao gosto doce, que sinaliza a presença de carboidratos (Beauchamp, 2009; Martin & Issanchou, 2019). Esse novo gosto foi chamado de umami e seu reconhecimento pela comunidade científica deu-se por volta do ano 2000 (Trivedi, 2012).

Umami é uma palavra japonesa, formada por *umai*, que significa delicioso, e *mi* que significa gosto. Assim, umami foi traduzida para as línguas ocidentais

principalmente como saboroso, rico e delicioso (Yamaguchi & Ninomiya, 2000; Ninomiya, 2002; Hartley *et al.*, 2019).

A principal substância responsável pelo gosto umami é o ânion do ácido glutâmico, L-glutamato, notadamente proveniente do sal monossódico (glutamato monossódico-MSG), muito utilizado na indústria de alimentos. Há sais dissódicos de ácidos 5' ribonucleicos que atuam de forma sinérgica com o MSG, especificamente, a inosina monofosfato (IMP) e a guanosina monofosfato (GMP) (Kasabian & Kasabian, 2006; Beauchamp, 2009). É interessante notar que, isoladas, IMP e GMP produzem gosto umami muito fraco, provavelmente pela interação com o L-glutamato presente na saliva humana; porém, com concentrações supraliminares de MSG, potencializam a sensação do umami (Hartley *et al.*, 2019).

Ao final do século XX o umami foi objeto de intensa pesquisa até que, no início dos anos 2000, pesquisadores da Universidade de Miami relataram ter identificado um receptor acoplado à proteína G na língua de ratos, o qual chamaram *taste-mGLUR4*. Os receptores do gosto umami marcados com proteínas T1R1 e T1R3 respondem fortemente ao glutamato, porém, também o fazem diante de outros aminoácidos, em diferentes magnitudes (Trivedi, 2012). Assim, considerou-se que o umami representa o gosto de muitos aminoácidos, sejam eles essenciais ou não, reforçando a teoria de sua função como indicador de fontes proteicas.

O L-glutamato está naturalmente presente em vários alimentos como o tomate, cogumelos, algas marinhas, peixes e frutos do mar, além de alimentos que passam por processos fermentativos ou de cura como o molho de peixe, o molho de soja, queijos e produtos cárneos (Curtis, 2009; Hartley *et al.*, 2019). Yamaguchi & Ninomiya (2000) publicaram uma lista de 39 substâncias que, de acordo com eles, promovem o gosto umami. São também incluídos outros aminoácidos, como os ácidos ibotérico e tricolômico, ambos encontrados em alguns cogumelos; o ácido succínico encontrado no saquê, nos mariscos e no vinho; a teharina, no chá, e um octopeptídeo composto de oito aminoácidos encontrado no caldo de carne. O MSG é, portanto, o composto de gosto umami mais reconhecido, porém a pesquisa continua almejando obter um conhecimento mais completo desse gosto (Kasabian & Kasabian, 2006).

A indústria vem utilizando MSG, IMP e GMP como aditivos realçadores de sabor em alimentos processados, especialmente os salgados como molhos para saladas, *snacks*, sopas, produtos cárneos, pratos congelados etc. (Martin & Issanchou, 2019). De fato, estudos demonstram a relação entre os gostos salgado

e umami e os sais de L-glutamato (sódico ou potássico), bem como extratos de alimentos fontes do umami são ingredientes alternativos para redução de sódio em produtos alimentícios.

Nos últimos anos, vários trabalhos foram publicados sobre interações do umami com os demais gostos básicos, além de sua contribuição para a palatabilidade dos alimentos, uma questão essencial para a sobrevivência do ponto de vista da evolução humana (Prescott, 2012). Nesse sentido, as substâncias de gosto umami têm sido avaliadas como ingredientes em dietas para crianças com distúrbios alimentares, para pessoas debilitadas, para idosos mal nutridos, em dietas para hipertensos, para pessoas diabéticas e para aquelas com sobrepeso em dietas com baixo teor de gordura. Indubitavelmente, esses estudos trazem informações muito relevantes para cientistas e tecnólogos de alimentos e nutricionistas, mas o gosto umami sempre esteve presente nos alimentos e na culinária dos povos de todo o mundo.

## 2. UMAMI NAS PRIMEIRAS FASES DA VIDA

Os receptores gustativos começam a operar ainda na fase uterina. As células gustativas começam a se formar entre sete e oito semanas de gestação e por volta de 17 semanas elas são consideradas funcionalmente maduras. A sucção gestacional não nutritiva começa a partir da semana 18, e a sucção e as ações de deglutição são coordenadas por volta 35 a 40 semanas de gestação. No final da gestação, o feto engole e inala quantidades significativas de líquido amniótico levando às primeiras experiências sensoriais e a aprendizagem do sabor. Apto a detectar gostos, o bebê prepara-se para vida pós-natal e a frequência de deglutição aumenta em resposta à introdução de substâncias doces (nutrientes) no líquido amniótico e diminui em resposta à introdução de substâncias amargas (perigo potencial) (Lipchock *et al.*, 2011). Um padrão de resposta semelhante é visto logo após o nascimento: dentro de horas e dias o recém-nascido reage, como seria de esperar, a estímulos gustativos prazerosos e desagradáveis (Prescott, 2012).

Steiner (1987) realizou experimentos em bebês recém-nascidos: colocou na língua do recém-nascido água ou uma solução doce, ácida, amarga ou sopa de verduras com e sem MSG (0,5%) e registrou as reações faciais dos bebês aos estímulos gustativos. Especificamente quanto ao gosto umami, foi possível demonstrar que a sopa com MSG teve expressões de agrado quando colocada na língua dos bebês semelhante às apresentadas com a solução doce. Os sinais foram: relaxamento dos músculos da face, lambidas dos lábios e gesticular positivo. Os resultados sugerem que a resposta represente uma habilidade inata.

Beauchamp *et al.* (1987) realizaram um estudo com bebês desnutridos de 2 a 24 meses de idade. Um grupo de 34 bebês recebeu uma sopa-base de vegetais com e sem a adição de 1% de hidrolisado de caseína fortificado com L-triptofano, L-tirosina e L-cisteína. Outro grupo de 24 bebês recebeu a mesma sopa-base, porém adicionada de 0,4% de MSG. Outros dois grupos controle de bebês saudáveis receberam separadamente cada tipo de sopa. Os bebês desnutridos consumiram maior quantidade de sopa com hidrolisado de caseína, enquanto os bebês normais consumiram maior quantidade da sopa-base, sem caseína. Quanto à sopa adicionada de MSG, os dois grupos de bebês reagiram de maneira semelhante, consumindo ambos uma maior quantidade dessa sopa. Conclui-se que o maior consumo de sopa fortificada com aminoácidos e hidrolisado de caseína refletiu a carência nutricional dos bebês. Já o maior consumo de sopa com 0,4% de MSG se deveu a seu melhor sabor, ou seja, palatabilidade.

### 3. UMAMI E PALATABILIDADE

Embora a detecção do gosto umami seja considerada como sinalizadora da presença de proteínas (Beauchamp *et al.*, 1987; Yamaguchi & Ninomiya, 2000; Martin & Issanchou, 2019), estudos mais recentes relacionam o umami mais à palatabilidade dos alimentos. A palatabilidade promove a seleção, ingestão, absorção e digestão de alimentos e, embora todos os sentidos estejam envolvidos na determinação, a palatabilidade dos alimentos, o gosto, desempenha um papel importante (Prescott, 2012).

É reconhecida a relação entre os gostos salgado e umami (Martin & Issanchou, 2019; Hartley *et al.*, 2019). Em combinação com o sal (NaCl) as substâncias de gosto umami podem melhorar a palatabilidade de muitos alimentos e, agregando-se uma porcentagem de MSG a alguns alimentos, é possível reduzir o conteúdo de sódio sem diminuir a aceitabilidade (Schiffman, 1993). Para ilustrar esse conceito, Yamaguchi & Takahashi (1984) usaram um modelo de sopa japonesa como base, em que a palatabilidade foi mantida com a adição de 0,38% de MSG, mesmo com a quantidade de sal diminuída. Resultados similares foram obtidos usando caldo de galinha (Chi & Chen, 1992). Altug & Demirag (1993) obtiveram resultados similares com sopas adicionadas de 0,6% a 0,8% de glutamato, com redução de 40% de sal, sem afetar a palatabilidade. Os autores também confirmaram que o prazer de tomar a sopa com baixo conteúdo de sal e adição de MSG foi mantido depois de repetidas apresentações. Quando a mesma sopa sem MSG foi apresentada, a aceitação diminuiu. Cabe mencionar que, em uma série de estudos realizados com diferentes menus, Yamaguchi (1987) verificou

que a diminuição de 30% de sal sem a adição de substâncias umami afetava negativamente a aceitação.

## 4. UMAMI E DIETA

O processo de envelhecimento é complexo e reflete modificações em células, tecidos e órgãos. Com a idade, ocorre decréscimo natural da acuidade gustativa, influenciada também pelo uso de medicamentos, a perda dos dentes, atrofia do tecido ósseo maxilar e alteração da saliva (Schiffman & Warnick, 1993). Essas modificações do paladar podem levar à redução no consumo de alimentos, ou mesmo à anorexia, o que traz, como consequência, alterações nutricionais gerais ou específicas (Morley & Silver, 1998).

Em diferentes países, estudos com idosos têm sido realizados para avaliar: 1) se o uso de MSG e nucleotídeos como realçadores de sabor adicionados à dieta podem compensar a perda do paladar e do olfato nos idosos; 2) se o MSG agregado como realçador de sabor na dieta de idosos hospitalizados ajuda a melhorar a ingestão de alimentos; 3) se a adição de MSG aos menus permite fazer uma reorientação alimentar para indivíduos com casos de transtorno metabólico (diabetes ou sobrepeso); e 4) se dietas adicionadas de MSG e administradas a idosos desnutridos durante alguns meses poderiam produzir melhoria do estado nutricional (Schiffman, 1998, Schiffman & Warnick, 1993).

Murphy (1987) realizou um estudo no qual se propôs a investigar a relação entre o estado nutricional de jovens e idosos, considerando sua preferência por aminoácidos na dieta. O grupo A foi formado por sete jovens universitários de 18 a 26 anos de idade; e o grupo B, por 21 idosos saudáveis, com uma média de idade de 79 anos. O estado nutricional de cada grupo foi determinado por exames bioquímicos (proteínas séricas totais, albumina e ureia no sangue). O experimento consistia em ministrar uma sopa-base à qual foi adicionado glutamato nas concentrações de 1, 2, 3, 4 e 5% peso/volume. A aceitação das sopas foi medida por uma escala hedônica linear. Os resultados dos exames bioquímicos realizados nos idosos foram significativamente inferiores ( $p < 0,05$ ), o que refletia em um estado nutricional pior. Mais da metade dos idosos preferiu as concentrações mais altas de glutamato; entretanto, os indivíduos mais jovens, com estado nutricional melhor, avaliaram as concentrações mais baixas de glutamato como as mais agradáveis. Conclui-se que é favorável a adição de realçadores de sabor em dietas para idosos, já que, à medida que avança a idade, as pessoas vão perdendo sensibilidade gustativa.

Bellisle (1998) estudou o efeito do umami na alimentação de pessoas que viviam em um lar de idosos. Para uma amostra de 65 idosos com idade média de 84 anos, foram providos, no almoço, sopa e vegetais adicionados de 0,6% de MSG. Os resultados mostraram que os participantes da pesquisa consumiam maior quantidade dos alimentos que continham MSG; por outro lado, o consumo de outros alimentos como sobremesas foi menor, de tal modo que, ao final, a ingestão calórica total permaneceu constante. O experimento mostrou que o glutamato pode facilitar a seleção de certos alimentos e a redução do consumo de outros, estratégia que poderia ser utilizada por nutricionistas para preparar dietas adequadas a populações com transtornos alimentares.

Um estudo do efeito do MSG adicionado à dieta de idosos com precária condição nutricional foi realizado na Venezuela por Meertens & Solano (2002). Foram avaliados 54 adultos com mais de 60 anos de idade, residentes em um lar geriátrico. Os idosos que aceitaram participar se dividiram em dois grupos. O grupo A (n=26) recebeu alimentos preparados com 0,6% de MSG em duas preparações de almoço, de segunda a sexta-feira, durante três meses. O grupo B (n=28) recebeu os mesmos alimentos e quantidades durante igual período, porém sem adição de glutamato. Foram medidos o índice de massa corporal (IMC) e indicadores bioquímicos e imunológicos. No grupo A, 19,2% dos idosos apresentavam déficit nutricional, porcentagem que diminuiu a 11,5% ao final do período experimental. No mesmo grupo, 65,3% estavam hipoalbuminêmicos no início do estudo e, ao final, este índice reduziu-se a 34,6%. A prevalência de alterações nas subpopulações linfocitárias também diminuiu, em especial para CD3 (*Cluster of Differentiation 3* – marcador utilizado na identificação de células T, estando presente em leucemias e linfomas das células T, e que serve como marcador de diferenciação entre as leucemias/linfomas do tipo B). No grupo B, as mudanças foram menores. Os autores concluíram que a adição de MSG na dieta afetou positiva e significativamente no estado nutricional e condição imunológica dos participantes.

Bellisle *et al.* (1996) argumentam que a adição de MSG favorece o consumo dos alimentos, sem modificar o tamanho da refeição. Essa consideração é importante em pessoas com doenças metabólicas como *Diabetes mellitus*, já que elas poderiam selecionar maior quantidade de alimentos adicionados de MSG e com índice glicêmico baixo.

Um estudo com pacientes diabéticos insulino-dependentes e com diabéticos não dependentes da insulina, que estavam acima do peso e precisavam melhorar a escolha de seus alimentos, foi realizado por Bellisle *et al.* (1991). Os 62 pa-

cientes diabéticos foram divididos em 31 pares de acordo com a idade, índice de massa corporal (IMC), gênero, tipo e duração do diabetes. Foram selecionados para os participantes dois cardápios tradicionais e de palatabilidade média, que incluíam dois pratos teste contendo 0,6% de MSG (sopa e prato de vegetais). Os menus foram apresentados 6 vezes cada, 3 sem adição de MSG e 3 com os pratos de teste contendo MSG. Todas as porções foram pesadas no começo e ao final do almoço. Metade dos pacientes exibiu aumento da ingestão dos alimentos aos quais foram adicionados 0,6% de glutamato. A ingestão posterior de outros alimentos diminuiu, porém o total da ingestão calórica permaneceu constante. Assim, tal como no estudo realizado com idosos, a adição de MSG pode reorientar a escolha dos alimentos no almoço, sem induzir a hiperfagia.

A maioria das pesquisas sobre o efeito do gosto umami sobre o consumo de alimentos utilizou quantidades de MSG ao redor de 0,6%. Uma adição maior de MSG (1,2%) também fez aumentar a ingestão na primeira semana; porém, depois não foi obtido maior efeito (Bellisle *et al.*, 1989).

## 5. UMAMI E A REDUÇÃO DE GORDURA NOS ALIMENTOS

Nas últimas décadas, a prevalência do sobrepeso e obesidade, tanto em crianças como em adultos, vem aumentando em todo o mundo, tornando-se uma epidemia. O consumo exagerado de alimentos processados ricos em gordura e em açúcar tem sido apontado como principal causa (Seidell, 1998).

Os alimentos com elevado teor de gordura são muito palatáveis, além de altamente energéticos, e por isso tendem a ser consumidos em grandes quantidades, levando um aporte energético maior do que o indivíduo necessita. Prescott (2012) propõe, inclusive, que a fome em sociedades urbanas e afluentes adquire um caráter fortemente hedônico, ou seja, alguns indivíduos preferem alimentos densamente calóricos, ricos em gordura e carboidratos, justamente pelo grande apelo ao paladar. A redução de gordura nos alimentos diminuiu, portanto, a palatabilidade e, para contornar esse efeito, postula-se que o uso apropriado de MSG em certos alimentos poderia ajudar a manter a palatabilidade e aceitação destes, nos quais o conteúdo de gordura for reduzido.

O MSG demonstrou aumentar a saciedade em adultos saudáveis com sobrepeso. Miyake *et al.* (2016) estudaram o efeito do MSG em uma sopa de legumes sobre ingestões de calorias subsequentes, bem como a seleção de alimentos por mulheres adultas (n=68) sem transtornos alimentares, porém com sobrepeso ou obesas. Uma porção fixa (200 mL) de uma sopa de legumes controle, ou a mesma

sopa com adição de MSG (0,5 g/100 mL), foi fornecida 10 minutos antes de um almoço *ad libitum* e um lanche *ad libitum* no meio da tarde. A sopa-controle tinha a mesma quantidade equivalente à sopa adicionada de MSG. O consumo da sopa com MSG resultou em ingesta significativamente menor de calorias no almoço. A adição de MSG na sopa também reduziu a ingestão de energia a partir de alimentos salgados com alto teor de gordura. Com relação ao lanche da tarde, também houve redução de calorias, porém sem diferença significativa. Os autores concluíram que utilizar o MSG como condimento em um prato que sirva como entrada de uma refeição pode ser uma estratégia para diminuir a ingestão de energia subsequente em indivíduos com sobrepeso que não tenham transtornos alimentares.

Martin & Issanchou (2019) não encontraram correlações significativas entre o conteúdo de gordura e o gosto umami, considerando diferentes tipos de alimentos. Há necessidade de mais pesquisas sobre o efeito da adição de substâncias de gosto umami em alimentos reduzidos em gordura, sobretudo os processados, uma vez que por sua complexidade (ingredientes, aditivos, efeitos do processamento etc.), não é clara a relação entre a percepção de gostos (e sua sinergia) e a sinalização de nutrientes.

## 6. UMAMI E CULINÁRIA

Talvez a principal representação social do umami esteja associada à gastronomia oriental, seja pela própria origem linguística do termo, como pelos ingredientes e alimentos característicos da culinária asiática. Contudo, vários alimentos ricos em compostos de gosto umami sempre fizeram parte dos hábitos alimentares de populações do mundo inteiro, mesmo que não haja no Ocidente uma palavra específica para ele.

Vários alimentos *in natura* consumidos mundialmente apresentam quantidade apreciável de substâncias de gosto umami (ácido glutâmico e 5'-ribonucleotídeos) como, por exemplo, cenoura, tomate, cogumelos, repolho, aspargo, ervilhas, cebola, uva e maçã, além de carnes branca e vermelha e frutos do mar (Curtis, 2009).

Os processos naturais de maturação, dessecação e cura liberam ácido glutâmico e aumentam a intensidade do umami. Um tomate maduro tem 10 vezes mais glutamato do que um tomate verde; os cogumelos *shiitake* secos contêm 1.060 mg de glutamato/100 g, em contraste com os 71 mg/100 g dos frescos (Yamaguchi & Ninomiya, 2000). Durante os processos de cura, salga ou fermentação de

produtos proteicos, são liberados nucleotídeos, assim como uma ampla variedade de aminoácidos livres pela hidrólise de proteínas. A carne bovina maturada tem mais glutamato do que a fresca. Nos queijos maturados, como o parmegiano reggiano e o emmental, quanto maior for o conteúdo de glutamato, mais pronunciado o seu sabor. Alimentos que passam por processos fermentativos se destacam pelas grandes quantidades de L-glutamato, como os molhos de peixe (621-1.383 mg/100 g) e de soja (412-1.264 mg/100 g).

Registros históricos mostram que os romanos possuíam quatro diferentes tipos de molhos de peixes: *garum*, *liquamen*, *allec* e *muria*. *Garum* era o molho primário produzido pela hidrólise de pequenos peixes, particularmente anchovas, sardinhas e cavala, em infusão com ervas, especiarias e vinho. Pesos eram usados para pressionar a mistura dentro de jarros fechados expostos ao sol por vários meses. Ao final, separava-se o líquido (*garum*) que era envasado em ânforas de terracota. O material que restava da produção de *garum* era chamado *allec*. *Muria* era a solução salgada resultante da osmose durante a salga de peixe inteiro ou eviscerado (*salsamentum*). A natureza precisa do *liquamen* permanece obscura. Mas, baseado em paralelos modernos, parece ter sido o resultado de lavagens subsequentes do *allec* com solução salina. Assim, o *liquamen* estava intimamente relacionado com o *garum* e seu processo de produção semelhante sugere que no final da Antiguidade o termo *liquamen* efetivamente substituiu o *garum* para designar molho de peixe. Em geral, essa descrição, embora esparsa, se assemelha com os processos modernos de produção de molho de peixe no sudeste da Ásia (Curtis, 2009).

A carne vermelha é muito presente na alimentação ocidental e a cozinha europeia tradicional utiliza o cozimento prolongado de carnes, ossos e gordura bovina como base para caldos, como o *bouillon* (do francês, “fervido”) e o *Bovril*, de origem inglesa, para temperar diversos alimentos (Marcus, 2005).

A cozinha asiática, por sua vez, está fundamentada em ingredientes tradicionais ricos em umami como o *dashi*, caldo típico do Japão feito a partir da alga marinha seca (*kombu*), peixe bonito seco (*katsuobushi*) ou cogumelos *shiitake* secos. *Dashi* significa “extrato fervido”, similar ao *bouillon* dos franceses.

De acordo com o chef norte-americano Mark Millar:

[...] os ocidentais têm um paladar linear, acostumado aos gostos doce e salgado, com poucos contrapontos e harmonias. Na cozinha asiática se usam todos os gostos ao mesmo tempo, se come circularmente. Deve-se acostumar a mente e ir atrás das características do sabor e buscar sabores em diferentes partes da boca (Labensky & Hause, 1995).

A globalização trouxe oportunidade para unir as cozinhas e filosofias do Oriente e Ocidente. Heston Blumenthal, em seu livro *Na busca da perfeição*, faz uma revisão dos pratos mais populares do mundo e dá uma perspectiva única sobre eles. O umami é seu gosto predileto devido à profundidade e força que ele imprime ao sabor de uma comida. Segundo Blumenthal:

[...] a combinação de umami (glutamato, inosinato, guanilato e adenilato) tem um efeito magnífico, o que é comprovado na prática agregando ketchup a um filete de carne; tomate e carne moída no molho à bolonhesa; ou ao agregar queijo parmesão a uma pizza Margarita. Essas combinações são verdadeiras explosões do gosto pelo efeito sinérgico de glutamato e ribonucleotídeos (IGIS, <http://www.glutamate.org>).

Pelo exposto, a gastronomia atual une arte e ciência, e o umami, mesmo sendo um conceito recente no ocidente, desponta como um gosto que enriquece o sabor dos alimentos proporcionando novas e mais complexas experiências sensoriais.

## 7. REFERÊNCIAS 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. “Índice 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.