

Los corpúsculos gustativos y factores que afectan su función

Daniela Soriano-Sánchez^{a,‡}, Adriana González-Villalva^{b,§}, Marcela Rojas-Lemus^{b,¶}, Nelly López-Valdez^{b,§}, María Eugenia Cervantes-Valencia^{b,‡}, Patricia Bizarro-Nevarés^{b,¶}, Martha Ustarroz-Cano^{b,§}, Teresa I. Fortoul^{b,§,*}

Dejemos que el alimento sea la medicina y la medicina sea el alimento”.

HIPÓCRATES

Resumen

El sentido del gusto tiene un papel importante porque ha permitido discriminar entre lo que puede ser alimento y lo que no, e incluso en lo que puede ser tóxico o peligroso al ingerirlo. La búsqueda de nuevos sabores está presente en toda la historia de la humanidad. Desde la antigüedad, las especias



Foto: Asierromero/FreePik

aportaron nuevas experiencias gustativas para hacer más palatables los alimentos o incluso para conservarlos durante más tiempo. La búsqueda de especias fue una motivación para realizar viajes que llevaron a descubrimiento de nuevas tierras y continentes. Más recientemente, la pandemia por un virus que altera los sentidos del olfato y del gusto, nos ha hecho recordar la importancia de estos sentidos.

El sentido del gusto está determinado por unas pequeñas estructuras que se ubican en las papilas linguales. Hay cuatro tipos que definen cinco sabores y uno que aún está en duda. Las alteraciones de este sentido tienen varios posibles orígenes que se comentan en esta revisión.

Palabras clave: Ageusia; contaminación atmosférica; gusto; botones gustativos; papilas gustativas; lengua.

Taste Corpuscles and Factors that Affect their Function

Abstract

Taste is relevant because it has allowed us to discriminate between what is food and what is not, and even what can

^a Estudiante de la Licenciatura de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

^b Departamento de Biología Celular y Tisular. Facultad de Medicina. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

ORCID ID:

[‡] <https://orcid.org/0009-0008-7603-1598>

[§] <https://orcid.org/0000-0002-5693-107X>

[¶] <https://orcid.org/0000-0002-5613-146X>

[‡] <https://orcid.org/0000-0002-0525-1074>

[§] <https://orcid.org/0000-0003-3492-9689>

[¶] <https://orcid.org/0000-0003-2005-9045>

[§] <https://orcid.org/0000-0002-1213-487X>

[§] <https://orcid.org/0000-0002-3507-1365>

* Autor para correspondencia: Teresa I. Fortoul van der Goes
Correo electrónico: fortoul@unam.mx

Recibido 18-enero-2024. Aceptado 01-abril-2024.



Foto: Kamaji Dajino/Pexels

be toxic or dangerous when ingested. The search for new flavors is present in history of mankind. Since ancient times, the spices provided new taste experiences to make meals more palatable or as a means of preserving food; the search for spices was a motivation to make voyages that led to the discovery of new lands and continents. More recently, a viral pandemic that damages the olfaction and taste senses made us to remember the relevance of the senses.

Small structures, called taste buds, located in the papillae of the tongue are responsible of the sense of taste. There are four types of taste buds that identify five tastes and one whose existence has not yet been fully proven. Taste alterations have different etiologies which will be commented on this review.

Keywords: *Ageusia; atmospheric pollution; taste; taste buds; tongue.*

ANTECEDENTES

La historia de la humanidad tiene momentos, encuentros, descubrimientos, algunos por serendipia, que cambian el camino que esta seguía, y uno de estos eventos o descubrimientos se puede relacionar con los alimentos. Entre estos eventos están las especias que, de inicio, se empleaban como preservadores alimenticios, como medicamentos y como opción para mejorar el sabor de los alimentos. Hay que recordar que hace varios siglos no se conocían los métodos que ahora existen para preservar a los alimentos, y para eso, entonces se emplearon el clavo, la pimienta y otras especias. Al parecer la pimienta disminuía el sabor rancio y el salado de los alimentos¹.



Foto: Arlisa Ferreira/Pexels

Por varios siglos, el mercado de las especias procedentes de la India fue dominado por los mercaderes venecianos con excelentes ganancias. Otras naciones decidieron buscar rutas competitivas para llegar a la India, y rodear África era una posibilidad; por lo tanto, los portugueses empezaron la construcción de barcos que resistían las inclemencias de los viajes largos y las condiciones climáticas del mar abierto, con esto se abría la época de los descubrimientos que llevaron a encontrar nuevos continentes, nuevas culturas, y todo esto como consecuencia de mejorar el sabor de los alimentos¹.

En épocas recientes, como consecuencia de la pandemia por SARS-CoV-2, uno de los síntomas reportados por los infectados era la ageusia, situación poco mencionada antes de este evento de salud, que hizo recordar la relevancia de los sentidos en nuestro día a día.

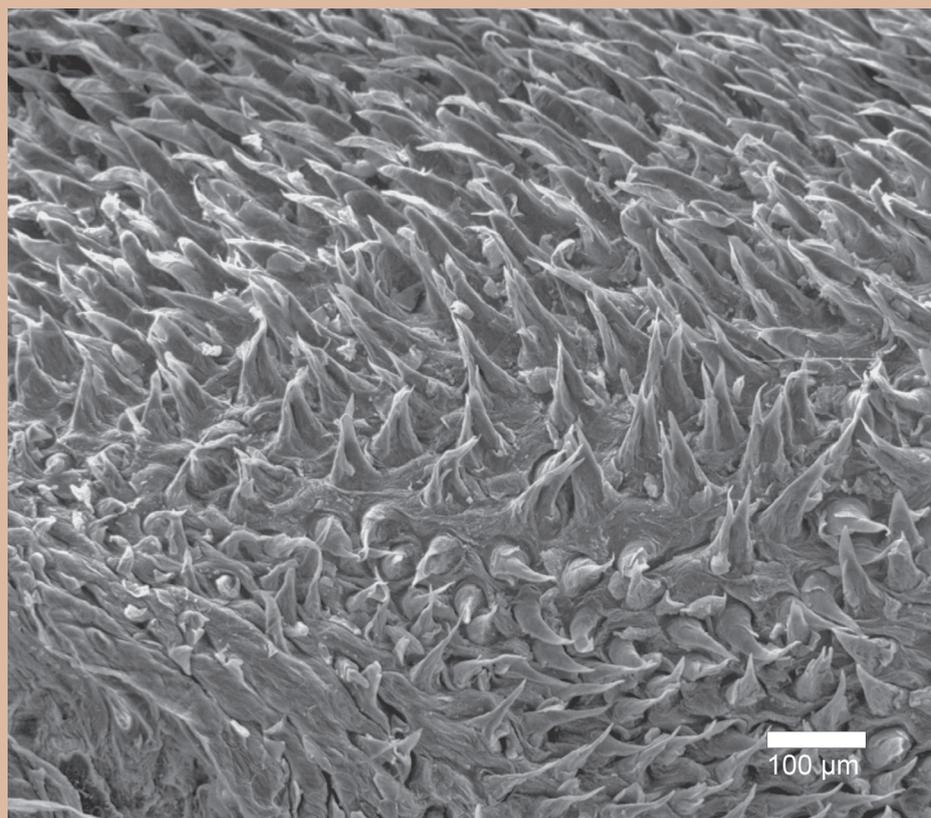
EL SENTIDO DEL GUSTO

El humano entra en contacto con su entorno por sus sentidos, cinco tradicionales: el olfato, la vista, el oído, el tacto y el gusto; recientemente se agregaron la sensibilidad a la electricidad (electrocepción), el dolor (nocicepción), así como la postura (vestibulocepción) y el movimiento (propiocepción), menos estudiados que los tradicionales².

Todos estos sentidos los comparte con otros mamíferos, aunque el empleo primordial de ellos varía con la especie.

La percepción de los sabores se considera una parte importante para reconocer lo que puede ser comestible y lo que incluso puede ser peligroso. La mayor parte de las plantas o moléculas que pueden tener un efecto tóxico, son de un sabor amargo que instintivamente rechazamos y, por otro lado, está demostrado que, de manera innata, se tiene preferencia por alimentos dulces y con alto contenido lipídico porque proporcionan las calorías suficientes para poder llevar a cabo diversas actividades. Esto se explica en parte porque con este tipo de alimentos se activa la liberación de dopamina, una de las moléculas relacionadas con el placer y que estimulan circuitos nerviosos de recompensa que inducen a preferir estos sabores sobre otros (Sandoval y Téllez, 2024)³.

Figura 1. Papilas filiformes



Micrografía electrónica de barrido de las papilas filiformes en la lengua de ratón.

Generalidades de la lengua y tipos de papilas

La lengua tiene entre sus funciones el sentido del gusto; sin embargo, se sabe poco sobre la forma en que se lleva a cabo la degustación de alimentos y bebidas; fisiológicamente se conoce que la estimulación de quimiorreceptores hace que el cerebro pueda registrar e identificar el sabor; por otro lado, la anatomía de la lengua suele estar menos ligada a la percepción del gusto⁴.

La lengua se encuentra dentro de la cavidad oral, es una estructura móvil que está sujeta en su parte posterior a la orofaringe. Está cubierta por una mucosa y presenta dos superficies, la dorsal y la ventral. La superficie ventral está unida al frenillo lingual que limita los movimientos para el control de la deglución y el habla. En la superficie dorsal se encuentran diferentes tipos de papilas linguales⁴.

Las papilas linguales varían de acuerdo con su morfología, distribución y cantidad; en general la lengua humana presenta aproximadamente 10 mil papilas gustativas que se regeneran con la misma velocidad con la que lo suele hacer las células de la piel, estos tipos de papilas se pueden identificar como:

- Las mecánicas o filiformes, que son el tipo más abundante. Tienen forma cónica con una terminación puntiaguda y alargada hacia la parte anterior de la lengua intervienen en la movilidad de la comida dentro de la boca y la detección de texturas y temperaturas de todo aquello que se ingiere. Estas papilas son las únicas que no presentan botones gustativos⁵ (**figura 1**).
- Las papilas circunvaladas, también llamadas caliciformes, son las papilas más voluminosas



Foto: Bearfotos/freepik

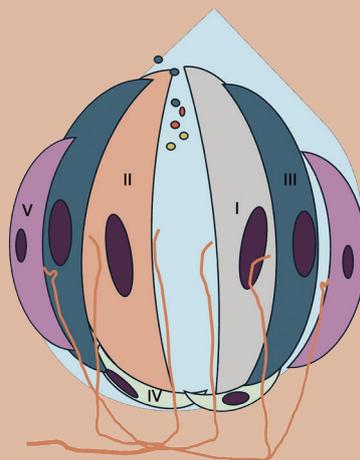
y a su vez menos abundantes, se organizan en forma de V en la parte posterior de la lengua, y su configuración es ovalada, con un surco o valle que le rodea y tienen botones gustativos; la cantidad es variable en personas de entre 4 y 18 años, con un aproximado de entre 9 ± 8^5 .

- Las papilas fungiformes son proyecciones en forma de hongo, tal como lo sugiere su nombre, distribuidas en toda la lengua, pero en menor proporción que las filiformes; sobre la fracción apical se localizan los poros gustativos que conducen a sus respectivos botones gustativos⁵.
- Las papilas foliadas son menos visibles que el resto, ya que se ubican en las zonas laterales de la lengua como invaginaciones; se estima que son entre 4 y 12 papilas de este tipo en humanos, las cuales también poseen botones gustativos⁵.

Botones gustativos

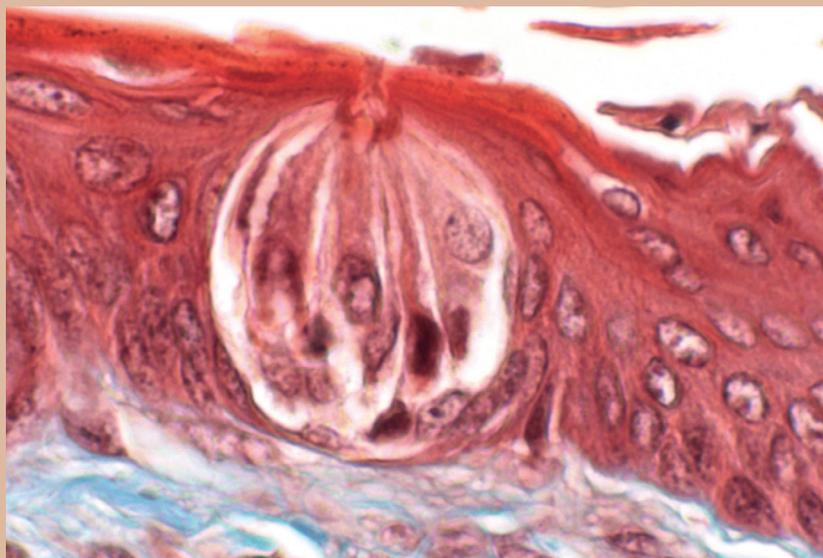
El papel fundamental de las papilas para la detección del sabor ocurre en los botones gustativos (BG) que se albergan en estas; no solo funcionan como receptores para percepción del sabor y de la selección de los alimentos que se consumen, también inician algunos reflejos fisiológicos, para que se prepare a otros órganos para realizar actividades metabólicas sobre lo consumido, tal como la absorción de nutrientes, la liberación de insulina, e inactivación bacteriana⁶. Los compuestos solubles en la saliva interactúan con el epitelio apical de las papilas gustativas, envían señales a una región en el encéfalo y la traducen en uno de los sabores: dulce, amargo, salado, umami (L-glutamato), ácido y, el más reciente, cuestionado, los ácidos grasos libres^{7,8}.

Figura 2. Esquema de un botón gustativo



Se identifican las células del tipo I al V. El tipo I detectan sabor salado; las II, dulce, amargo y umami; las III, salado; las células IV son células basales; y las V, células de soporte marginales.

Figura 3. Botón gustativo



En esta fotomicrografía de un corte de lengua con Masson se aprecia un botón gustativo con su poro y las células que lo constituyen.

Los botones gustativos están formados por tipos de células distintas con una vida media de 10 días. Entre las células identificadas están las células tipo I, II, III, IV, V. Las células tipo I detectan el sabor salado por medio de la activación de canales de sodio, las de tipo II son sensibles a los sabores dulce, amargo

y umami y desencadenan la activación de proteínas G, mientras que el tipo III implica el paso de iones de hidrógeno a través de los canales, y responden al sabor salado⁹. La diferenciación entre los tipos celulares sin considerar su fisiología es por las características morfológicas individuales (**figuras 2 y 3**).



Foto: Pproductions/freepik

Las papilas linguales varían de acuerdo con su morfología, distribución y cantidad; en general, la lengua humana presenta aproximadamente 10 mil papilas gustativas que se regeneran con la misma velocidad con la que lo suelen hacer las células de la piel, estos tipos de papilas se pueden identificar como: las mecánicas o filiformes, las circunvaladas o caliciformes, y las fungiformes y las foliadas.

- Las células tipo I (parecidas a células gliales) se caracterizan por presentar núcleos fusiformes y componentes laminares que envuelven a las fibras nerviosas y a los botones gustativos que

se juntan hacia la zona apical y terminan en microvellosidades con dirección hacia el poro gustativo. Perciben el sabor salado⁶.

- El tipo II o receptoras, tienen forma fusiforme lisa, pero con núcleos más redondeados y microvellosidades delgadas. Perciben los sabores dulce, amargo y umami^{6,7}.
- El tipo III también conocidas como presinápticas, cuentan con estructura y núcleos más alargados que se estrechan en la porción apical y una terminación en una sola microvellosidad. Perciben los sabores salado y amargo⁶.
- El tipo IV. Las células basales también se conocen como “células posmitóticas precursoras del gusto”, están constituidas por una serie de células ovoides en el compartimento basal de las papilas gustativas, de las que se cree que son

Tabla 1. Definición de los términos más comunes que indican alteraciones del gusto

Trastorno	Definición
Disgeusia	Distorsión de la percepción del sabor, generalmente no agradable
Ageusia	Pérdida completa de la percepción del sabor
Hipogeusia	Disminución de la percepción del sabor
Hipergeusia	Aumento de la percepción del sabor
Parageusia	Percepción de sabores extraños mientras existe una estimulación oral
Fantogeusia	Percepción de un sabor extraño sin estímulo externo

células inmaduras de tipo I, II o III. La emergencia de este tipo celular es producto de los queratinocitos o células madre, residentes en la membrana basal del epitelio de la lengua¹⁰.

- El tipo V. Son células marginales de soporte⁹.

Alteración en la percepción del sabor

Se conocen varias alteraciones del gusto y en la **tabla 1** se describen los nombres de estas y su significado^{6,11}.

Causas y agentes que generan trastornos del gusto

Son raros los casos en los que la lesión primaria de las alteraciones en el sabor se debe a una alteración en el gusto. Habitualmente se afecta el olfato y eso altera el gusto.

ENFERMEDADES, LESIONES E INFECCIONES

El consumo excesivo de alcohol se relaciona con la disminución del umbral para el sabor dulce de manera directa e indirectamente por la deficiencia de zinc, que es un componente de la proteína gustina, presente solo en la glándula parótida. Esta deficiencia puede ocasionar atrofia de los BG que lleva a la disgeusia o hipogeusia^{6,11}.

Se ha reportado que la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) induce un umbral elevado para lo dulce, es decir, que se requiere mayor concentración de carbohidratos para percibir este sabor. Lo mismo se ha reportado para aquellos con elevado índice de masa corporal (IMC). En relación con la obesidad se reporta que las papilas fungiformes, en las que normalmente hay gran cantidad de botones gustativos en el humano, disminuyen en cantidad conforme aumenta la adiposidad¹².

Algunos factores que pueden alterar el gusto son: el tabaquismo, la radioterapia, la higiene dental

El papel fundamental de las papilas para la detección del sabor ocurre en sus botones gustativos, que no solo funcionan como receptores para percibir el sabor y la selección de los alimentos, también inician algunos reflejos fisiológicos para preparar a otros órganos para realizar actividades metabólicas como la absorción de nutrientes, la liberación de insulina e inactivación bacteriana. Los compuestos solubles en la saliva interactúan con el epitelio apical de las papilas, envían señales a una región en el encéfalo y la traducen en uno de los sabores: dulce, amargo, salado, umami, ácido y los ácidos grasos libres.

inadecuada, el reflujo gastroesofágico y la deficiente producción de saliva. De igual manera el hipotiroidismo, las enfermedades renales, las alteraciones hepáticas crónicas también alteran de forma primaria el gusto. Las lesiones de los nervios trigémino y glossofaríngeo y directamente de la lengua, son otros ejemplos de trastornos asociados con la alteración del gusto⁶.

Se ha documentado que hay medicamentos que alteran el gusto, entre ellos están los antidepresivos tricíclicos, los anticolinérgicos, algunos antibióticos, algunos antihipertensivos, medicamentos para disminuir el colesterol (como algunas estatinas), antiepilépticos, diuréticos, hipoglicemiantes y antiarrítmicos⁶.

Más reciente, el SARS-CoV-2 afectó tanto al olfato como al gusto y esto debido a que el virus daña a las células basales epiteliales de las papilas



y los botones que perciben el sabor salado¹³. Yao y cols. refieren la presencia del virus en las papilas fungiformes en biopsias de pacientes con alteraciones del gusto, así como alteración de las neuritas, así como ausencia o con alteraciones en la forma de los botones gustativos¹⁴.

Edad

La edad es uno más de los factores relacionados a la disminución en la percepción de sabor por la reducción de papilas gustativas, con sus respectivas células receptoras de sabor, sensibilidad del umbral gustativo, cambios en la distribución de los tipos de células receptoras y alteraciones en la señalización de los nervios aferentes en el cerebro. Asimismo, se ha evidenciado que personas mayores a 65 años son más propensas a experimentar fantogeusia e hipogeusia¹⁵. Aquellas personas con 70 o más años perciben menos los sabores, en especial amargo y ácido¹⁶.

Microbiota

Se ha documentado que la presencia de ciertos géneros microbianos, como *Actinomyces*, *Campylobacter* y *Oribacterium*, en los valles formados en las papilas y en las microvellosidades de los BG de las papilas circunvaladas y las fungiformes se asocian con alta sensibilidad para la percepción del sabor amargo³.

Algunos productos del metabolismo microbiano como los metabolitos secundarios que producen las actinobacterias, aumentan la percepción de ciertos sabores mediante un efecto potenciador de los fenoles⁵.

Dieta

El consumo de ciertos alimentos y hábitos dietéticos están asociados a disgeusia, de la misma manera que ocurre en casos como el síndrome de boca de pino, que se caracteriza por percibir sabores desagradables inexistentes como el metálico por un tiempo de hasta 4 semanas. También se ha documentado que ciertas bayas que contienen miraculina son capaces de transformar los estímulos ácidos en dulces¹¹.

Sexo

Se ha hecho evidente que los receptores de hormonas esteroideas sexuales, tales como los estró-



Foto: Freepik

genos, influyen en la percepción del sabor debido a su actividad en la periferia y tronco del encéfalo, principalmente por la vía límbica⁶. (Risso) Lim y colaboradores reportaron que las mujeres son más sensibles a los sabores y a los olores con respecto a los hombres¹⁷.

Contaminación atmosférica

Los contaminantes atmosféricos cambian los tiempos de renovación de las células gustativas y esto puede ser causante de alteraciones en el gusto. Cuando los niveles de contaminantes se incrementan, la mucosa nasal se inflama provocando estrés oxidante, esto favorece la respiración por vía oral y podría relacionarse con daño en las células de los BG¹⁸. Se reporta la presencia de IL-8 y TNF- α en la saliva, lo cual sugiere inflamación de estas estructuras¹⁹. La exposición al ozono ambiental por la cavidad oral disminuye la posibilidad de removerlo y llega a los

pulmones una mayor cantidad de este gas, lo que altera las pruebas funcionales respiratorias; por otro lado, el ozono modifica la microbiota de la cavidad oral y esto puede tener como consecuencia en la alteración del gusto²⁰.

Sobre la concentración de metales pesados acumulados en la saliva se evidencia de igual manera la existencia de cambios tóxicos en las células receptoras del sabor²¹ como lo reportado en el caso de exposición por inhalación a manganeso que mostró atrofia de las papilas filiformes y edema de los botones gustativos en las papilas fungiformes en un modelo en ratón²².

CONCLUSIÓN

El sentido del gusto nos permite determinar aquello que es comestible y puede resultar benéfico, de lo que no lo es. Por otro lado, también está asociado a algunos estímulos nerviosos de recompensa



que generan placer. El estudio de los factores que pueden alterar este sentido es importante; por un lado, porque permite realizar diagnósticos de ciertos trastornos y enfermedades y, por otro, informar a la población acerca de evitar la exposición a ciertos factores relacionados con la pérdida o disfunción del gusto. Los contaminantes atmosféricos son factores difíciles de evitar en la vida diaria y el conocimiento de sus efectos en la lengua y en los botones gustativos es escaso, pero la evidencia indica que el contacto de estos contaminantes altera los mecanismos locales de defensa al alterar la microbiota, la estructura y función de las papilas y los botones gustativos. Es posible que estos cambios se asocien con alteraciones metabólicas, ya que las alteraciones en los botones y sus receptores pueden modificar la preferencia por ciertos alimentos como las grasas y los carbohidratos, lo que puede favorecer el desarrollo de diabetes tipo II y obesidad. Sin embargo, aún faltan estudios experimentales que puedan apoyar o refutar estas hipótesis.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la edición y procesamiento de las imágenes al Biol. Armando Zepeda-Rodríguez y Francisco Pasos-Nájera. Agradecemos también a la histotecnóloga Brenda Medina-Rodríguez por el procesamiento de los tejidos para la técnica histológica ordinaria.

Esta revisión es apoyada en parte por el Proyecto PAPIIT IN201324 DGAPA, UNAM. ●

REFERENCIAS

1. Le Couteur P, Burrenson J. Peppers, Nutmeg and Cloves. Napoleon's buttons 17 Molecules that changed history. New York: Penguin Random House LLC; 2004. p. 376.
2. Kroemer Elbert K, Kroemer H, Kroemer Hoffman A. Human Senses. In: Press A, editor. Ergonomics (Third Edition). Third ed: Academic Press; 2018. p. 171-252.
3. Sandoval-Rodríguez R, Tellez-Lima L. ¿Por qué me gusta la comida que me gusta? Ciencia. 2024;75(1):34-41.
4. Ross M, Pawlina M. Sistema digestivo 1: cavidad bucal y estructuras asociadas. Histo-

- logía texto y Atlas. Sexta ed. China: Wolters Kluwer; 2016.
5. Doyle ME, Premathilake HU, Yao Q, Mazucanti CH, Egan JM. Physiology of the tongue with emphasis on taste transduction. *Physiol Rev.* 2023;103(2):1193-246.
 6. DeVere R. Disorders of Taste and Smell. *Continuum (Minneapolis, Minn.)*. 2017;23(2, Selected Topics in Outpatient Neurology):421-46.
 7. Chaudhari N, Roper SD. The cell biology of taste. *J Cell Biol.* 2010;190(3):285-96.
 8. Laugerette F, Passilly-Degrace P, Patris B, Niot I, Febbraio M, Montmayeur JP, Besnard P. CD36 involvement in orosensory detection of dietary lipids, spontaneous fat preference, and digestive secretions. *J Clin Invest.* 2005;115(11):3177-84.
 9. Fernández-Andrade FM, Escobar-Barrios M, Hernández-Rosales P, Mandujano-González A, Valdelamar-Dehesa A, Taniyama-López ON, Carrillo-Esper R. Trastornos del olfato y el gusto, de las bases a la práctica clínica. *Revista de la Facultad de Medicina (UNAM)*. 2021;64(2):7-21.
 10. Finger TE, Barlow LA. Cellular Diversity and Regeneration in Taste Buds. *Curr Opin Physiol.* 2021;20:146-53.
 11. Risso D, Drayna D, Morini G. Alteration, Reduction and Taste Loss: Main Causes and Potential Implications on Dietary Habits. *Nutrients.* 2020;12(11).
 12. Trius-Soler M, Santillan-Alarcon DA, Martinez-Huelamo M, Lamuela-Raventos RM, Moreno JJ. Effect of physiological factors, pathologies, and acquired habits on the sweet taste threshold: A systematic review and meta-analysis. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2020;19(6):3755-73.
 13. Mastrangelo A, Bonato M, Cinque P. Smell and taste disorders in COVID-19: From pathogenesis to clinical features and outcomes. *Neurosci Lett.* 2021;748:135694.
 14. Yao Q, Doyle ME, Liu QR, Appleton A, O'Connell JF, Weng NP, Egan JM. Long-Term Dysfunction of Taste Papillae in SARS-CoV-2. *NEJM Evid.* 2023;2(9).
 15. Doty RL. Age-Related Deficits in Taste and Smell. *Otolaryngol Clin North Am.* 2018;51(4):815-25.
 16. Barragan R, Coltell O, Portoles O, Asensio EM, Sorli JV, Ortega-Azorin C, et al. Bitter, Sweet, Salty, Sour and Umami Taste Perception Decreases with Age: Sex-Specific Analysis, Modulation by Genetic Variants and Taste-Preference Associations in 18 to 80 Year-Old Subjects. *Nutrients.* 2018;10(10).
 17. Lim SXL, Hochenberger R, Busch NA, Bergmann M, Ohla K. Associations between Taste and Smell Sensitivity, Preference and Quality of Life in Healthy Aging-The NutriAct Family Study Examinations (NFSE) Cohort. *Nutrients.* 2022;14(6).
 18. He L, Norris C, Cui X, Li Z, Barkjohn KK, Teng Y, et al. Oral cavity response to air pollutant exposure and association with pulmonary inflammation and symptoms in asthmatic children. *Environ Res.* 2022;206:112275.
 19. Winkler O, Hadnagy W, Idel H. Cytokines detectable in saliva of children as appropriate markers of local immunity of the oral cavity--an approach for the use in air pollution studies. *Int J Hyg Environ Health.* 2001;204(2-3):181-4.
 20. Hu D, Cui L, Qi Y, Jia X, Chen J, Niu W, et al. Identification of potential markers for internal exposure to ambient ozone in oral cavity of healthy adults. *Environ Res.* 2020;190:109907.
 21. Schiffman SS, Nagle HT. Effect of environmental pollutants on taste and smell. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1992;106(6):693-700.
 22. Fortoul TI, Velez-Cruz M, Antuna-Bizarro S, Montano LF, Rodriguez-Lara V, Saldívar-Osorio L. Morphological changes in the tongue as a consequence of manganese inhalation in a murine experimental model: light and scanning electron microscopic analysis. *J Electron Microsc (Tokyo)*. 2010;59(1):71-7.