



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**PERCEPCIÓN REAL GUSTATIVA A TRAVÉS DE LA  
TRANSDUCCIÓN DE LAS PAPILAS GUSTATIVAS LINGUALES**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**CIRUJANO DENTISTA**

**PRESENTAN:**

**ROSILES VÁZQUEZ YABIR  
VÁZQUEZ DÍAZ GLORIA STEFANY**

**TUTORA: GUTIÉRREZ ANGUIANO PATRICIA MARCELA**

**CO-ASESORES: DÍAZ ULAJE MARÍA DEL PILAR  
JACOBO CAMPOS GUSTAVO**

**Morelia Michoacán, México.**

**noviembre de 2019**



UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO

H. Consejo Técnico  
de la Facultad de Odontología  
Of. No. 228/2019  
Morelia, Mich., a 28 de Octubre del 2019

*"Cuna de Héroes, Crisol Pensadores"*

**Dra. Patricia Marcela Gutiérrez Anguiano**  
**Profesor de la Facultad de Odontología**  
**Presente.**

En Sesión Celebrada por el H. Consejo Técnico de la Facultad de Odontología, del día 21 de Octubre del 2019, se presenta un documento por parte de la Dra. Sylvia Tonantzin Díaz Vega, donde da respuesta al oficio número 139/2019 en base a la solicitud de los alumnos Yabir Rosiles Vázquez y Gloria Stefany Vázquez Díaz, quien solicita titularse bajo la modalidad tesis con el título "Percepción real gustativa a través de la transducción de las papilas gustativas linguales" y señala la profesora que una vez analizado la Comisión de Investigación determina no tiene inconveniente a que se lleve a cabo dicha investigación, se comenta ampliamente el tema y se toma la siguiente determinación

*Acuerdo Número Cinco se autoriza se titule con la modalidad tesis a los alumnos Yabir Rosiles Vázquez y Gloria Stefany Vázquez Díaz, con el título denominado "Percepción real gustativa a través de la transducción de las papilas gustativas linguales", teniendo como asesor principal a la Dra. Patricia Marcela Gutiérrez Anguiano.*

Sin otro particular reciba de mi parte un cordial saludo.

Atentamente  
Presidente del H. Consejo Técnico

Dr. Oliver Mauricio López Garnica

FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA



CONSEJO TÉCNICO

C.c.p. Departamento de Titulación de la Facultad de Odontología  
C.c.p. Alumno Interesada  
C.c.p. Archivo de la Facultad de Odontología.  
OML/G/cho

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios:**

Por darnos paciencia, entusiasmo, enseñarnos a creer en nosotros mismos, y la oportunidad de culminar un nuevo proyecto, tomarnos de la mano y enseñarnos el mejor camino.

### **A nuestros padres:**

Maurilio Rosiles y Macaria Vázquez - Juan Manuel Vázquez y María Trinidad Díaz

Por el apoyo y paciencia que nos brindaron en la carrera y durante este proceso ya que sin su ayuda no habría sido posible, así como permitimos cumplir una meta la cuál anhelábamos y soñábamos.

### **A nuestros asesores:**

- Dra. Gutiérrez Anguiano Patricia Marcela por su invaluable aportación, tiempo y enseñanza a lo largo de esta investigación; permitimos conocer su integridad moral, amabilidad y creer en nuestro proyecto.
- Dra. Díaz Ulaje María del Pilar por la orientación y motivación desde el inicio de este proceso, creer en nosotros, nuestra investigación e impulsarnos a lograrlo.
- Dr. Jacobo Campos Gustavo por su disposición y apoyo para permitimos el uso de la clínica de Servicio Social, así como su motivación para impulsar la investigación en la facultad.

### **Al Licenciado en Artes Culinarias González Pérez Benjamín Alejandro:**

Por su aportación teórica brindada para la realización de las pruebas.

### **Al Dr. Peñuñuri Ortega Alfonso:**

Por su humildad e incondicional apoyo y su gran vocación que nos alentó e incentivó para continuar nuestra investigación.

**Al director López Garnica Oliver Mauricio:**

Por su contribución para la culminación de este proyecto y promover la investigación en la Facultad de Odontología; su trato profesional, ético y respetuoso ante las necesidades del alumno.

**Al área de Recursos Humanos:**

Por su incomparable amabilidad y humanidad a lo largo de este proceso, en especial al Licenciado Israel Huerta Ortiz por su incondicional asesoramiento y apoyo en cada uno de los pasos para poder realizar de la manera correcta este proyecto, así como su integridad moral y profesionalismo que lo ha caracterizado en esta institución.

**A los participantes que aceptaron ser parte de las pruebas este proyecto, sin su colaboración no se habría culminado.**

Gracias a los que creyeron en nosotros.

**“No permitas que cualquier obstáculo sea más grande que tus objetivos”**

**“Dios no te hubiera dado la capacidad de soñar sin darte también la capacidad de cumplir tus sueños en realidad”**

# ÍNDICE

RELACIÓN DE CUADROS, GRÁFICAS E ILUSTRACIONES	
RESUMEN .....	9
ABSTRACT .....	10
INTRODUCCIÓN .....	11
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	15
1.1 Antecedentes Internacionales .....	15
1.2 Antecedentes Nacionales .....	18
2. COMPONENTES DE LAS PAPILAS LINGUALES.....	20
2.1 Papilas Linguales.....	20
2.1.1 Papilas Circunvaladas / Caliciformes.....	22
2.1.2 Papilas Filiformes. ....	23
2.1.3 Papilas Foliadas. ....	23
2.1.4 Papilas Fungiformes. ....	24
2.2 Botones Gustativos.....	25
2.2.1 Células Neuroepiteliales Especializadas. ....	28
2.2.1.1 Células Tipo I.....	29
2.2.1.2 Células Tipo II.....	30
2.2.1.3 Células Tipo III. ....	31
2.2.1.4 Células Tipo IV. ....	33
2.2.2 Receptores del Gusto.....	34
2.2.2.1 TAS1R.....	35
2.2.2.2 TAS2R.....	36
3. TRANSDUCCIÓN Y SENSOPERCEPCIÓN GUSTATIVA.....	37

3.1 Transducción Gustativa .....	37
3.1.1 Transducción del Sabor Salado.....	37
3.1.2 Transducción del Sabor Ácido.....	39
3.1.3 Transducción del Sabor Dulce.....	40
3.1.4 Transducción del Sabor Amargo. ....	42
3.1.5 Transducción del Sabor Umami. ....	43
3.2 Sensopercepción Gustativa .....	45
3.2.1 El Gusto.....	48
3.2.1.1 Trastornos Gustativos. ....	49
4. ANTECEDENTES .....	51
5. OBJETIVO GENERAL .....	52
6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	53
7. HIPÓTESIS .....	54
7.1 Hipótesis de trabajo .....	54
7.2 Hipótesis nula .....	54
7.3 Hipótesis alternativa.....	54
8. MATERIALES Y MÉTODOS .....	55
9. RESULTADOS.....	61
10. ANÁLISIS.....	62
11. DISCUSIÓN .....	67
12. CONCLUSIONES .....	68
13. RECOMENDACIONES .....	70
14. BIBLIOGRAFÍA .....	71
15. APÉNDICES Y/O ANEXOS .....	76

## RELACIÓN DE CUADROS, GRÁFICAS E ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. Mapa clásico lingual erróneo.....	12
ILUSTRACIÓN 2. Relación entre el sentido del gusto y el olfato.....	13
ILUSTRACIÓN 3. Histología de las papilas gustativas linguales. ....	20
ILUSTRACIÓN 4. Corte histológico de una papila caliciforme.....	22
ILUSTRACIÓN 5. Corte histológico de papilas filiformes.....	23
ILUSTRACIÓN 6. Corte histológico de papilas foliadas.....	24
ILUSTRACIÓN 7. Corte histológico de una papila fungiforme.....	25
ILUSTRACIÓN 8. Estructura gustativa. ....	26
ILUSTRACIÓN 9. Presencia de botón gustativo en sección transversal de una papila gustativa. ....	27
ILUSTRACIÓN 10. Células neuroepiteliales especializadas.....	29
ILUSTRACIÓN 11. Partes de la célula tipo I.....	30
ILUSTRACIÓN 12. Partes de la célula tipo II.....	31
ILUSTRACIÓN 13. Partes de la célula tipo III.....	32
ILUSTRACIÓN 14. Partes de la célula tipo IV.....	33
ILUSTRACIÓN 15. Localización de los TASR. ....	34
ILUSTRACIÓN 16. Diferencia estructural de TAS1R y TAS2R.....	35
ILUSTRACIÓN 17. Mecanismo de transducción del sabor salado. ....	38
ILUSTRACIÓN 18. Mecanismo de transducción del sabor ácido. ....	39
ILUSTRACIÓN 19. Mecanismo de transducción del sabor dulce. ....	41
ILUSTRACIÓN 20. Mecanismo de transducción del sabor amargo.....	42
ILUSTRACIÓN 21. Mecanismo de transducción del sabor umami. ....	44
ILUSTRACIÓN 22. Vías gustativas.....	47
ILUSTRACIÓN 23. Pipeta de transferencia.. ....	55
ILUSTRACIÓN 24. Recipientes con ingredientes disueltos con diferentes colores. ....	56
ILUSTRACIÓN 25. Tetraedro de los sabores propuesto por Hans Henning en 1916. ....	57
ILUSTRACIÓN 26. Glutamato monosódico utilizado en las pruebas.....	57

ILUSTRACIÓN 27. Muestra de aplicación de estímulo salado. ....	58
ILUSTRACIÓN 28. Muestra de aplicación de estímulo ácido. ....	58
ILUSTRACIÓN 29. Muestra de aplicación de estímulo dulce. ....	59
ILUSTRACIÓN 30. Muestra de aplicación de estímulo amargo.....	59
ILUSTRACIÓN 31. Muestra de aplicación de estímulo umami. ....	60
ILUSTRACIÓN 32. Temperatura de las disoluciones. ....	60
ILUSTRACIÓN 33. Redistribución topográfica del mapa gustativo lingual de acuerdo a nuestro estudio. ....	68
ILUSTRACIÓN 34. Consentimiento informado. ....	78
TABLA 1. Resultados generales. ....	61
TABLA 2. Resultados estímulo salado.....	62
TABLA 3. Resultados estímulo ácido.....	63
TABLA 4. Resultados estímulo dulce.....	63
TABLA 5. Resultados estímulo amargo. ....	64
TABLA 6. Resultados estímulo umami.....	65
TABLA 7. Escala de Osgood.....	79

## RESUMEN

**Introducción:** la literatura establece la percepción de sabores en la lengua de la siguiente manera: sabor dulce, en la punta de la lengua; salado, en la punta y bordes laterales anteriores; ácido en el área de papilas foliadas; amargo, en las papilas circunvaladas.

**Objetivo:** comprobar la percepción gustativa de las cinco modalidades gustativas básicas (ácido, amargo, dulce, salado y umami) en las papilas fungiformes, foliadas y circunvaladas en humanos.

**Materiales y métodos:** se realizaron pruebas de estimulación gustativa en las diferentes papilas gustativas linguales utilizando la prueba discriminativa triangular entre cada estimulación; se utilizaron: cien gramos de azúcar, café, sal y glutamato monosódico disueltos por separado en cien mililitros de agua purificada en un rango de temperatura de 7° – 17°C, colorantes vegetales de diferentes colores; cien mililitros de jugo de limón y pipetas plásticas de transferencia de polietileno de baja densidad; las pruebas se realizaron en cien participantes en un rango de 20-60 años en las clínicas CC4 y Servicio Social de la Facultad de Odontología con la supervisión de nuestra asesora del 17 al 21 de Junio del 2019, los participantes, una vez aplicados los estímulos de cada sabor, plasmaron en la escala de Osgood la intensidad percibida del estímulo aplicado, utilizaron un enjuague de agua purificada como neutralizador de sabor entre cada modalidad gustativa.

**Resultados:** los participantes indicaron poder apreciar, con variaciones de intensidad, cada uno de los estímulos de sabor en las diferentes zonas aplicadas.

**Conclusiones:** las papilas fungiformes, foliadas y circunvaladas son capaces de percibir cada una de las modalidades gustativas básicas.

**Palabras Clave:** mapa, lingual, sabores, botones, Von Ebner.

## ABSTRACT

**Introduction:** literature establishes the flavor perception in the tongue as follows; sweet flavor, at the tip of the tongue; salty, at the tip and anterior lateral edges; acid taste, at the foliate papillae area; sour, at the circumvallate papillae.

**Objective:** check the taste perception of the five basic gustatory modalities (acid, sour, sweet, salty and umami) at the fungiform, foliate, and circumvallate papillae.

**Materials and methods:** gustative stimulation tests were made in the different lingual gustatory papillae using the triangle test among every stimulation; were used: one hundred grams of sugar, coffee, salt and monosodium glutamate dissolved separately in one hundred milliliters of purified water in a range of 17° - 20°C, vegetable dyes of different colors; one hundred milliliters of lemon juice and low density polyethylene transfer plastic pipettes; tests were made in one hundred participants in a range of 20 – 60 years old at the CC4 and Social Service clinics of the Faculty of Dentistry with our advisor supervision from June 17th to 21st 2019, the participants once the stimuli of each flavor were applied, they captured into the Osgood scale the intensity perceived of the applied stimuli, they used a purified water rinse as a taste neutralizer among each gustative modality.

**Results:** the participants indicated they were able to appreciate, with intensity variation, each of the taste stimuli in the different applied zones.

**Conclusions:** fungiform, foliate, and circumvallate papillae are able of perceive each one of the basic gustative modalities.

**Key words:** map, lingual, flavors, buds, Von Ebner.

## INTRODUCCIÓN

La lengua es la principal área gustativa de la cavidad oral, representa parte del sentido del gusto, otras estructuras orofaríngeas como el paladar blando y la faringe también forman parte de este sentido, ya que al igual que la lengua, presentan corpúsculos gustativos; el olfato, el tacto y la vista están íntimamente conectados con el sentido del gusto, las personas generalmente al querer ingerir un alimento, lo juzgan principalmente por su aroma, posteriormente por la apariencia, después por su textura y finalmente por el sabor que proporciona. La función gustativa es de vital importancia para la alimentación del ser humano ya que de eso depende la aceptación o el rechazo de los alimentos de acuerdo al sabor que nos brindan y, por lo tanto, tener repercusiones en nuestro estado de salud, tales como desnutrición, obesidad, hipertensión, déficit vitamínico, entre otras.

Comúnmente podemos identificar cinco diferentes sensaciones del gusto: dulce, ácido, amargo, salado y umami (1). Las papilas gustativas contienen estructuras especializadas en su interior, llamados botones gustativos, dentro de ellos se encuentran las células gustativas quienes intervienen en la transducción gustativa lingual.

Anteriormente se contemplaba que en el dorso de la lengua existían cuatro zonas específicas para la percepción de cada uno de los sabores, sin embargo, con el paso de los años se ha demostrado, con microelectrodos, que los diferentes sabores se logran percibir en toda la zona geográfica lingual debido a la presencia de botones gustativos en las papilas gustativas de la lengua, los cuales contienen células específicas para la detección de todos los sabores.

**Figura 4**  
Mapa lingual clásico, en donde se señalan las diferentes regiones de supuesta máxima sensibilidad de los sabores básicos sobre la superficie lingual humana.  
<http://www.sciam.com/print version>

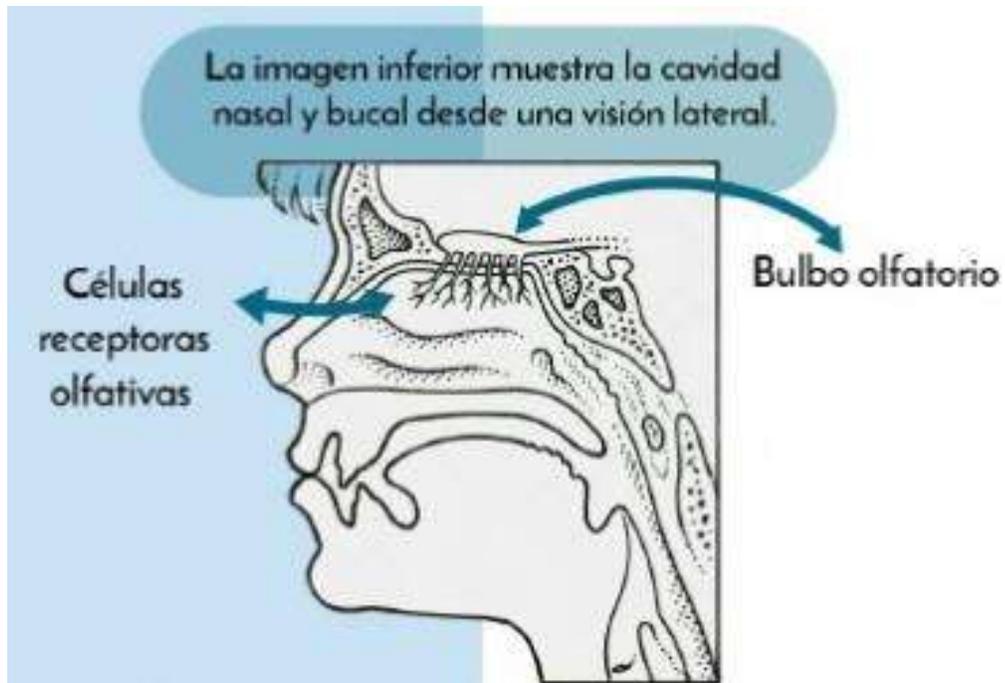


Fuente: (Smith & Margolskee, 2005, p. 71).

*Ilustración 1.* Mapa clásico lingual erróneo.

Smith en 2005 mencionó que las sustancias químicas de la comida se disuelven en la saliva y entran en contacto con las células gustativas a través del poro gustativo, allí interaccionan con receptores del gusto (proteínas de la superficie de las células). Estas interacciones desencadenan cambios eléctricos en las células gustativas que estimulan la emisión de señales químicas, actividad que se traduce en impulsos enviados al cerebro. (2)

El gusto humano con los bordes y el dorso de la lengua, el paladar blando y la faringe, comprenden el epitelio gustativo (3). Colorado en 2014 señaló que: la impresión a los componentes químicos de los alimentos está determinada en un 80% por el olfato y 20% por el paladar y la lengua, por eso cuando una persona esta congestionada siente que los alimentos no tienen sabor (4). El olfato y el gusto son los sentidos más primitivos, son esenciales para la supervivencia y están desarrollados para desempeñar un papel clave en procesos tan básicos como la alimentación, la reproducción y la evasión del peligro. (5)



Fuente: (Sherman, 2018, p. 1).

*Ilustración 2.* Relación entre el sentido del gusto y el olfato.

Morales en 2014 explicó que: a diferencia del receptor olfativo, las células gustativas no son de origen nervioso, son de origen epitelial, por lo que están sometidas a un continuo proceso de recambio celular de unos diez días de duración. El nervio gustativo las mantiene vivas gracias a factores tróficos transportados por el axón, pero las responsables en último término de la especificidad de la respuesta a los distintos estímulos son dichas células. (6)

Trout y Wetzel-Effinger en 2012 mostraron cómo el olor y el sabor de los componentes de los alimentos que ingiere la madre están presentes en el líquido amniótico, por lo tanto, la experiencia gustativa se va acumulando desde que estamos en el vientre materno (7). Este proceso va creando un antecedente gustativo en la memoria del feto, de acuerdo a los alimentos que la madre ingiere durante la gestación (azúcares, frutas, verduras, legumbres, etcétera) lo que al

nacer se verá reflejado en su alimentación, con la aceptación o el rechazo de dichos alimentos.

El embarazo altera las respuestas gustativas y los patrones de alimentación en las mujeres, entre estos cambios, la sensibilidad al estímulo amargo es incrementada y también la sensación de náusea en respuesta a estos alimentos en el tiempo en que la sensibilidad a toxinas es muy alta en el feto, la sensibilidad de las mujeres para dicho gusto es mayor, y gran cantidad de alimentos tienen sabor amargo para la mayoría de ellas a diferencia que antes del embarazo. (8)

# 1. ANTECEDENTES GENERALES

Uno de los hechos más inciertos acerca del gusto es el mapa gustativo lingual, este aparece en casi todos los libros de texto, en él se muestran grandes diferencias regionales de sensibilidad para detectar los sabores básicos sobre la superficie lingual humana. Este mapa indica que las sustancias dulces son detectadas en la punta de la lengua; las sustancias saladas en las porciones laterales del tercio anterior; las ácidas en los bordes laterales del tercio medio y posterior y las sustancias amargas se detectan básicamente en la parte posterior de la lengua. (9)

Con lo mencionado anteriormente, en este trabajo podremos determinar que la información establecida en la literatura, la cual muchos odontólogos, médicos y personas en general dan por acertada, es errónea, esto podrá tener un cambio radical en los conocimientos básicos sobre el gusto.

## 1.1 Antecedentes Internacionales

El mapa tradicional sobre la percepción de los sabores en la lengua tiene origen en 1901 por el autor Hänig en su documento "*Zur Psychophysik des Geschmackssinnes'. Philosophische Studien, 17 (1901)*" en el cual establecía una distribución topográfica específica para cada sabor, mencionaba que en la punta de la lengua se percibía el sabor dulce, en los bordes laterales frontales de la lengua el sabor salado correspondiendo a las papilas fungiformes para la detección del sabor salado y dulce, las papilas foliadas eran las encargadas de la detección del sabor ácido y, finalmente, las papilas caliciformes respondían al sabor amargo.

Esa información continuó siendo válida por muchos años hasta que en el año 1974 la doctora estadounidense Virginia Collins determinó que esa información era errónea al realizar dos experimentos, en los cuales uso ácido cítrico, cloruro de sodio, sacarosa, quinina y urea como estimulantes de sabor.

El primer experimento realizado por la doctora Virginia Collins, en el cual nos basamos para describir su estudio, contó con la presencia de estudiantes de la Universidad de Petersburg, no eran fumadores. Conformó tres grupos de estudiantes, en el primer grupo colocó los estímulos de forma sucesiva en el siguiente orden: primero aplicó ácido cítrico, posteriormente cloruro de sodio, luego sacarosa y finalmente quinina, dichos estímulos fueron aplicados en la lengua y el paladar.

En el segundo grupo, aplicó los estímulos en el mismo orden que el experimento uno, con la diferencia que, en lugar de usar quinina, utilizó urea, los colocó sólo en la lengua. En el tercer grupo aplicó los mismos estímulos que en el grupo dos y en el mismo orden, con la diferencia que sólo los colocó en el paladar.

El procedimiento consistió en que los estudiantes se enjuagaban la boca con agua destilada y posteriormente extendían su lengua para la colocación de los estímulos, estos se aplicaban con la ayuda de una pieza redonda de papel filtro de 4mm de diámetro, el cual drenaba el estímulo al contacto con la lengua o paladar, los aplicó en cinco lugares en el lado izquierdo de la lengua estimulando a las papilas fungiformes, foliadas y circunvaladas. Después de haber colocado el estímulo, el estudiante mantenía su lengua extendida hasta que señalaba una de las cinco tarjetas que contenían el nombre de la modalidad del sabor (ácido, amargo, dulce o salado). Posterior a seleccionar el sabor que percibía, se enjuagaba la boca dos veces con agua destilada, el intervalo entre pruebas era de 20 segundos.

Los resultados que obtuvo fueron:

- Para el cloruro de sodio, el umbral más bajo fue detectado en las papilas fungiformes y el más alto en el paladar.
- Para el ácido cítrico, el umbral más bajo fue detectado en las papilas foliadas; el más alto en el paladar
- Para la sacarosa, el umbral más bajo fue en la punta de la lengua y el más alto en los lados.
- Para la urea y quinina, el umbral más bajo fue en el paladar blando, también en la punta de la lengua. (10)

Como conclusión de su estudio, podemos mencionar que: sí se encontró un cambio con lo mencionado por el autor Hänig, cambiando radicalmente la idea sobre el mapa lingual de los sabores que se tenía anteriormente.

Desde 1961 Kimura y Beidler demostraron que las células gustativas de los botones ubicados en las papilas fungiformes eran capaces de responder a los cuatro sabores considerados en ese momento como básicos: ácido, amargo, dulce y salado. (11)

En 1998 Nirupa Chaudhari y Stephen D. Roper de la Universidad de Miami, aislaron en tejido de rata un receptor que se unía al glutamato y postularon que era el responsable de la modalidad del gusto umami. (2)

En diversos trabajos científicos para estimular las percepciones gustativas se utilizaron diferentes compuestos químicos, siendo los más usados: la sacarosa y glucosa para el dulce, glutamato monosódico y aspartato para el umami, quinina y cafeína para el amargo, ácido cítrico para el ácido, y cloruro de sodio para el salado. (12)

Un cambio importante que se ha tenido en el conocimiento odontológico es que se creía que determinados sabores solo se podían percibir en una zona específica del dorso lingual, a lo cual se le conoce como mapa gustativo, sin embargo, datos

recientes manifiestan que todas las áreas de la lengua presentan receptores del gusto que responden a todos los sabores, esto como conclusión de estudios realizados en determinados roedores.

Muchos investigadores del gusto han demostrado desde entonces que este mapa está equivocado, sin embargo, aún no se ha actualizado en la literatura. (9)

## **1.2 Antecedentes Nacionales**

En 2011 María Isabel Miranda Saucedo mencionó que la posibilidad de reconocer a lo que saben las cosas es una de las capacidades más importantes y necesarias para nuestra sobrevivencia, esto relacionado con las experiencias que hemos tenido con diferentes alimentos, por lo tanto, cuando comemos algo delicioso sentimos placer, alegría y queremos repetir la experiencia a comparación de cuando comemos algo desagradable, nuestro cerebro registra este sabor y situación ya que generalmente producen consecuencias gastrointestinales, todas estas experiencias van quedando registradas en diferentes regiones cerebrales encargadas del almacenamiento de la información, para así lograr una memoria a largo plazo, dicha memoria es constantemente actualizada con las interacciones que vamos teniendo con diferentes alimentos y nos hace aceptarlos o rechazarlos. (13)

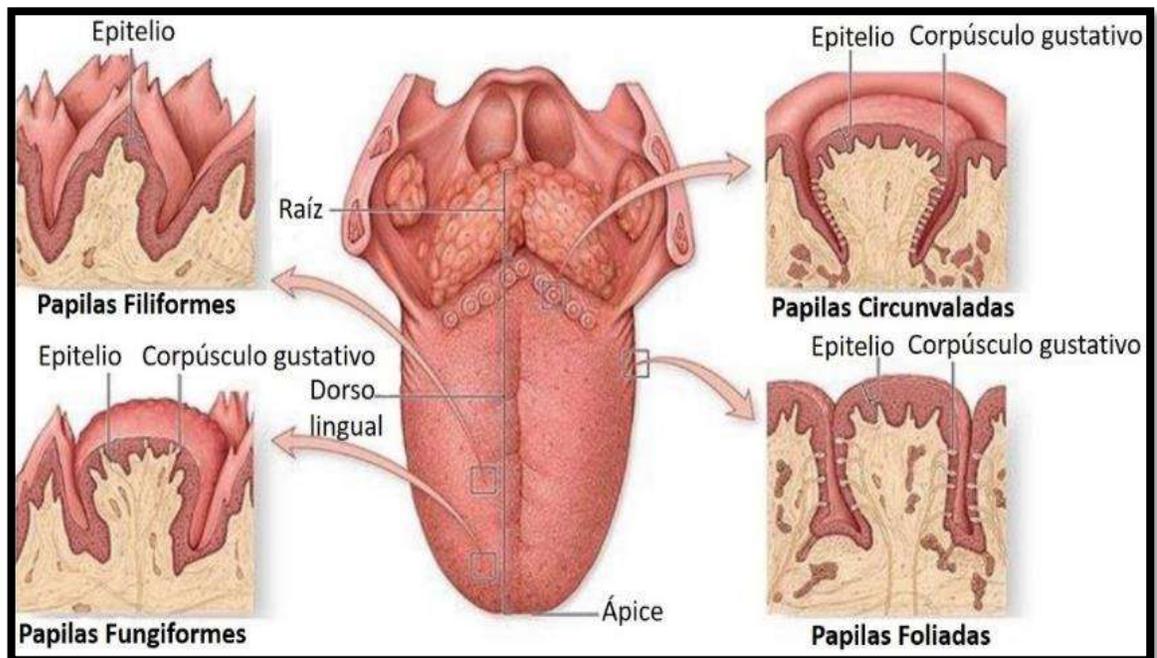
En 2013 Lorena Rubio Navarro mencionó que la experiencia gustativa se va acumulando desde que estamos en el vientre materno, ya que los componentes de los alimentos como son el olor y el sabor están presentes en el líquido amniótico. Establece que los alimentos placenteros elevan los niveles de dopamina, lo cual es crucial para la preferencia de alimentos y el control en su ingesta, de acuerdo con la teoría de Berridge la recompensa de la comida consta de dos elementos: el "*liking*" y el "*wanting*"; el *liking* se refiere al placer derivado de comer determinado

alimento, mientras que el wanting se refiere a la motivación apetitiva, en otras palabras, el deseo que se tiene por una comida mientras ésta es preparada, un ejemplo más claro del “wanting” es cuando alguien se está saboreando un alimento que está siendo preparado. Todo esto comienza a formarse desde la gestación y posteriormente en la memoria gustativa de los infantes. Mencionó que los botones gustativos del feto humano están presentes alrededor de la semana 13 a 16 de gestación, y son estimulados por los componentes químicos que contiene el líquido amniótico entre las semanas 26 a 28 de gestación. (7)

## 2. COMPONENTES DE LAS PAPILAS LINGUALES

### 2.1 Papilas Linguales

La lengua es el principal órgano gustativo del cuerpo humano, es el órgano del gusto por excelencia ya que es una estructura anatómica donde se encuentra la mayor cantidad de receptores gustativos. Su superficie es rugosa por la presencia de pequeñas eminencias llamadas papilas linguales. Estas se clasifican en caliciformes o circunvaladas, fungiformes, foliadas y filiformes. (12)



Fuente: (Eliane Comoli, 2017).

*Ilustración 3.* Histología de las papilas gustativas linguales.

Particularmente, tan sólo en la lengua, se encuentran más de 10,000 papilas gustativas y cada una contiene de 50 a 150 células receptoras gustativas, aún no se conoce el grado de variación en el número de estas células sensoriales contenidas en cada papila, así como tampoco la proporción de los cientos de receptores para las moléculas de los cinco gustos básicos en cada una de ellas. (13)

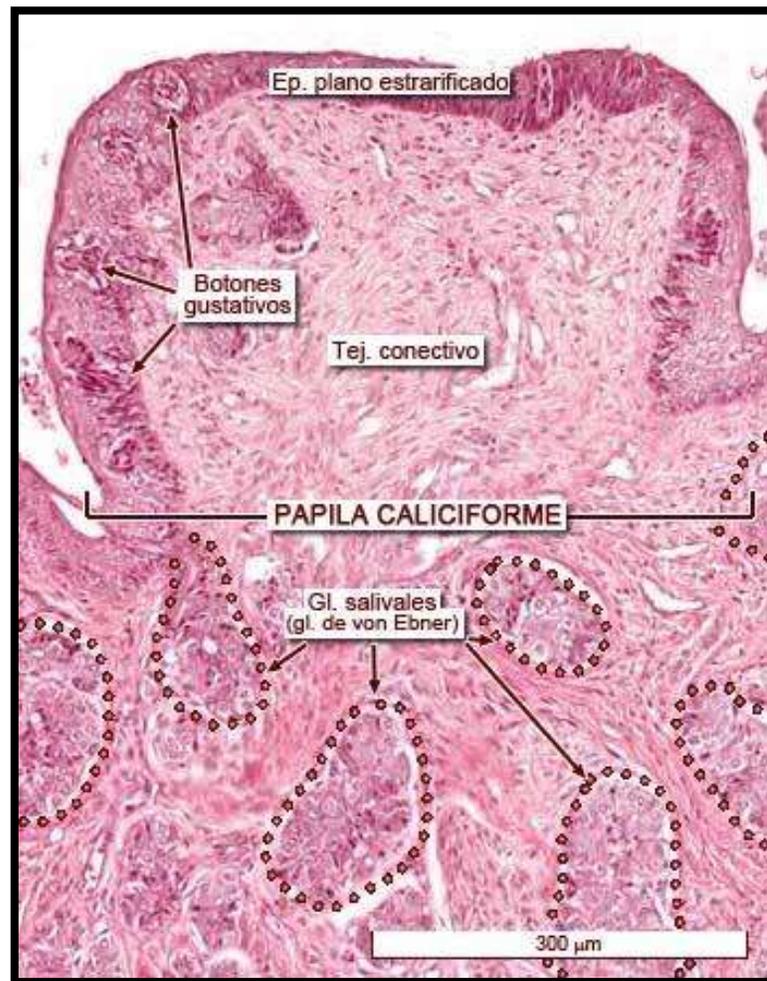
Las papilas gustativas son las más importantes, ya que son las responsables del sentido del gusto, y están formadas por un racimo de células receptoras rodeadas de células de soporte (14). Están compuestas por estructuras especializadas, denominadas botones gustativos, las cuales miden alrededor de 80.000 x 80.000 micrómetros. Otras dimensiones que menciona la literatura son 50.000 – 80.000 x 30.000 – 50.000 micrómetros. (15)

Chandrashekar en 2006 refirió que las papilas linguales, dependiendo de su tipo, presentan una distribución específica en el dorso lingual, encontrándose las circunvaladas en la zona posterior, las fungiformes en los dos tercios anteriores, las foliadas en los bordes posteriores, y las filiformes cubren la totalidad de la parte anterior, encontrándose también en zona posterior y relacionadas principalmente con el surco medio. (16) (Ilustración 3)

Evidencia reciente indica que las propiedades de cada una de las papilas gustativas dependen de las diferentes familias de células y sus receptores del gusto, denominados TR o TASR (Taste Receptors, por sus siglas en inglés). Se cree que la distribución y/o características de cada una determinan la codificación final del conjunto de sabores presentes en un alimento. Al parecer, cada célula receptora codifica la propiedad más relevante del sabor ingerido y se encarga de enviar esta información codificada al cerebro, donde se procesa e integra. (13)

### 2.1.1 Papilas Circunvaladas / Caliciformes.

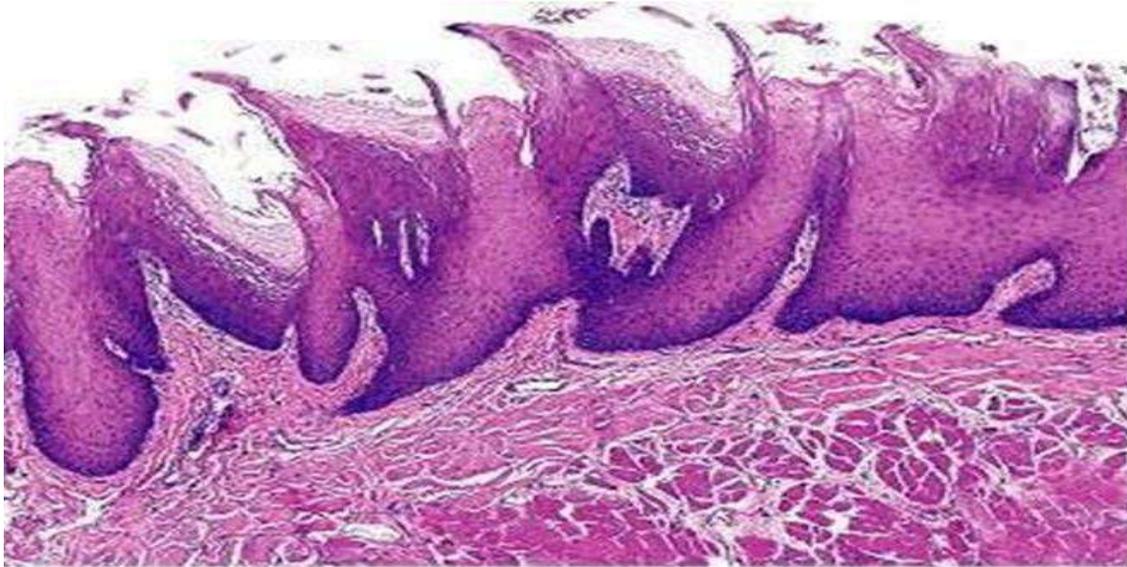
Las papilas circunvaladas también son conocidas como caliciformes (cáliz: copa) (7), se ubican en la unión entre la región oral y faríngea de la lengua, formando la “V” lingual, los botones gustativos se localizan dentro de las invaginaciones de la papila, en el humano existen entre 8 y 12 papilas caliciformes con un promedio de 250 botones gustativos por papila; están inervadas por el nervio glossofaríngeo. (9)



Fuente: [http://wzar.unizar.es/acad/histologia/paginas\\_he/05\\_ApDig/Lengua/Lengua\\_10etq.htm](http://wzar.unizar.es/acad/histologia/paginas_he/05_ApDig/Lengua/Lengua_10etq.htm)  
Ilustración 4. Corte histológico de una papila caliciforme.

### 2.1.2 Papilas Filiformes.

Las papilas filiformes son formaciones cónicas y son las papilas más numerosas de la lengua. Se encuentran localizadas sobre el dorso lingual en los tercios anterior y medio, estas no poseen botones gustativos y por lo tanto no contribuyen a la función gustativa, no obstante, son las encargadas del aspecto aterciopelado de la lengua y están involucradas en la sensación táctil. (9)



Fuente: <https://classconnection.s3.amazonaws.com/668/flashcards/582668/jpg/filliform1308798908043.jpg>

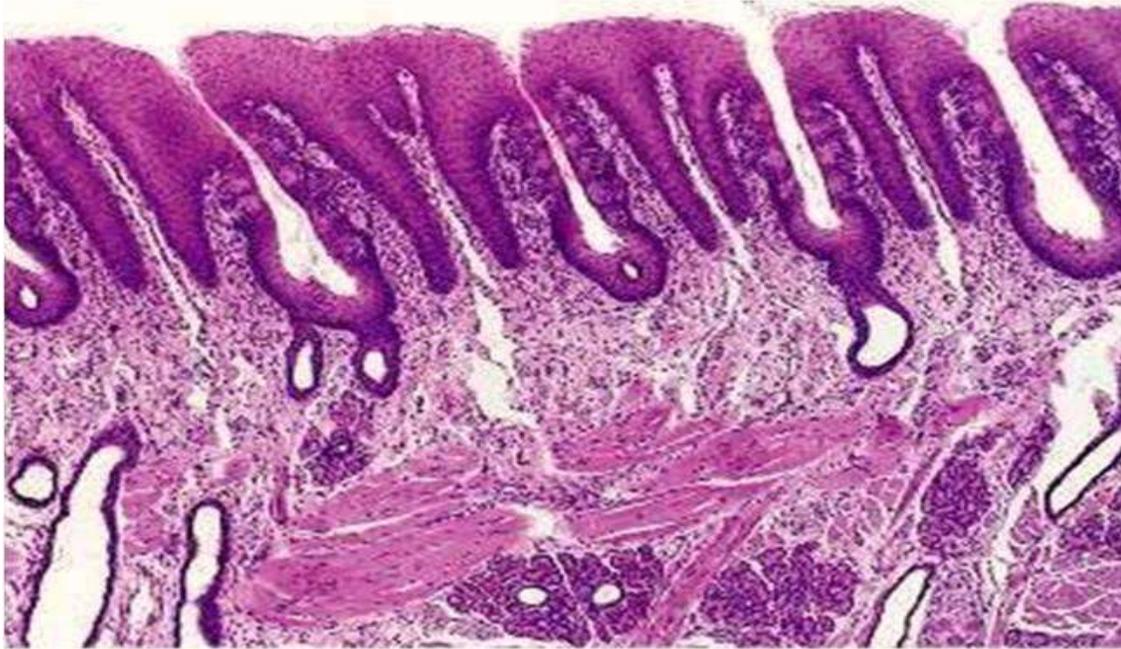
*Ilustración 5.* Corte histológico de papilas filiformes.

### 2.1.3 Papilas Foliadas.

Las papilas foliadas deben su nombre a la forma de hoja que tienen (folia: hoja) (7). Se encuentran ubicadas en la parte posterior de la lengua sobre los bordes laterales, consisten en una serie de pliegues.

En el humano están formadas por hasta 20 invaginaciones sobre cada lado de la lengua y, los botones se encuentran en el epitelio de las invaginaciones, con un promedio de 15 a 1500 botones gustativos. (17)

Las papilas foliadas se organizan en pliegues paralelos dispuestos verticalmente en los bordes laterales de la lengua, por delante del pilar amigdalino anterior. (9)



Fuente: <https://classconnection.s3.amazonaws.com/668/flashcards/582668/jpg/folliate1308798771926.jpg>

*Ilustración 6. Corte histológico de papilas foliadas.*

#### **2.1.4 Papilas Fungiformes.**

Las papilas fungiformes (fungi: hongo), están localizadas en los dos tercios anteriores de la lengua intercaladas entre las papilas filiformes.

En el ser humano el número de papilas fungiformes es de 200, contienen entre 2 a 12 botones gustativos por papila ubicados en la parte superior de ellas, están inervadas por la cuerda del tímpano, rama del nervio facial. Se observan como puntos rojos sobre la superficie de la lengua. (9)



Fuente: <https://classconnection.s3.amazonaws.com/668/flashcards/582668/jpg/fungiform1308798820563.jpg>

*Ilustración 7.* Corte histológico de una papila fungiforme.

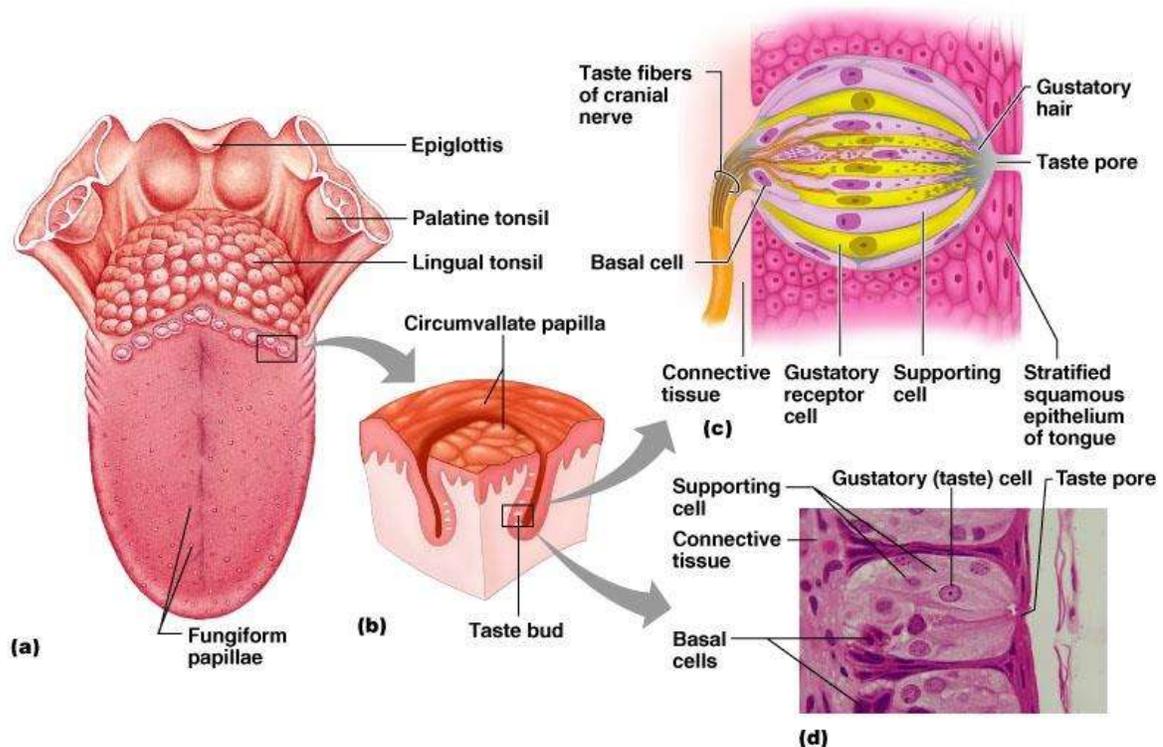
## 2.2 Botones Gustativos

Los botones o corpúsculos gustativos son las estructuras más importantes de las papilas gustativas linguales, ya que sin estos no se podría dar el proceso gustativo; están presentes en el interior de todas las papilas a excepción de las papilas filiformes, se encuentran adheridos al epitelio estratificado. El número aproximado

---

de corpúsculos gustativos en la superficie lingual es de 5,000, distribuidos en las diferentes papilas gustativas linguales, la mayoría de ellos se encuentran presentes en las papilas caliciformes. En su interior contienen células receptoras que, en conjunto, realizan la transducción gustativa.

Son la unidad funcional del sentido del gusto (6).



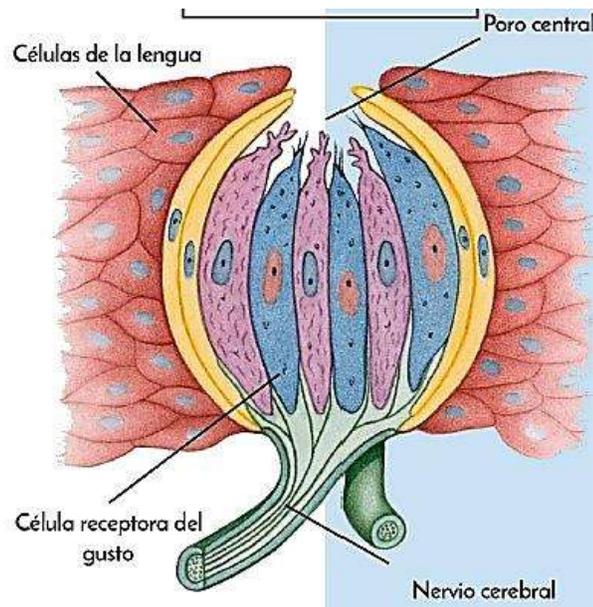
Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Fuente: [https://www.apsubiology.org/anatomy/2010/2010\\_Exam\\_Reviews/Exam\\_4\\_Review/CH\\_15\\_General-Taste-Smell.htm](https://www.apsubiology.org/anatomy/2010/2010_Exam_Reviews/Exam_4_Review/CH_15_General-Taste-Smell.htm). ©Todos los derechos reservados por Pearson Education, Inc.

Ilustración 8. Estructura gustativa.

Breslin en 2013 mencionó que los botones gustativos sirven como órganos endocrinos y secretan regularmente hormonas en respuesta a la estimulación de nutrientes. Las respuestas secretoras de hormonas digestivas por tejidos periféricos podrían avisar a los órganos digestivos, como el páncreas, que los nutrientes están

empezando a ser ingeridos y preparan a los sistemas metabólicos para responder, como la secreción de insulina para controlar los niveles elevados de glucosa en sangre. Este proceso anticipatorio es esencial para un óptimo metabolismo durante y después de la alimentación. Si nuestros cuerpos no pudieran anticipar una gran comida, el aumento en macronutrientes insulino-dependientes sería grande y se requeriría una liberación excesiva de insulina pancreática para regresar los niveles de azúcar y aminoácidos en sangre a niveles normales. (8)



Fuente: (Sherman, 2018, p. 2).

*Ilustración 9.* Presencia de botón gustativo en sección transversal de una papila gustativa.

Los botones gustativos contienen células neuroepiteliales especializadas que transmiten la información del gusto. Basados en la intensidad de la tinción y en la ultraestructura del citoplasma, observada mediante microscopía electrónica, pueden ser clasificadas dentro de cuatro tipos morfológicos: tipo I (oscuras), tipo II (claras), tipo III (intermedias) y tipo IV (basales). (12)

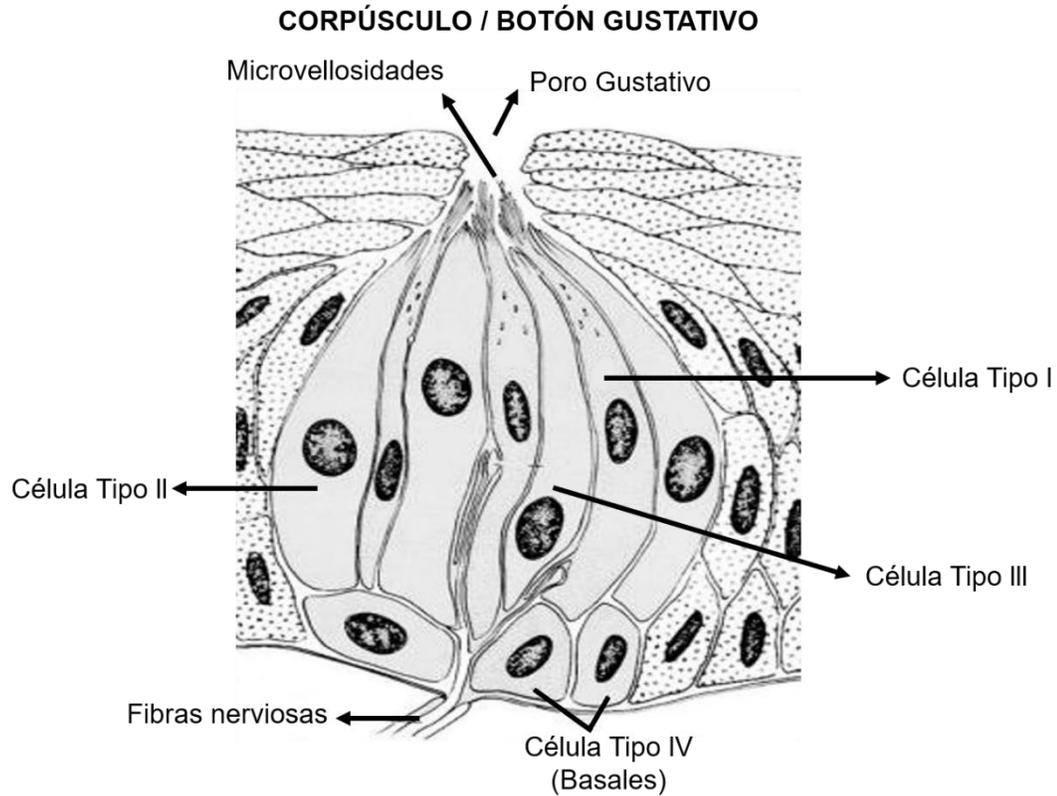
Las células de los botones gustativos, al igual que las células del epitelio circundante son rápidamente reemplazadas.

El recambio de los botones gustativos se ha estudiado a través de técnicas con autorradiografía, las células basales de los botones gustativos son las primeras en marcarse, seguidas por las células tipo I, después las células tipo III y al final las células tipo II, esto sugiere que estas células son formas transicionales, que pasan por diferentes etapas del ciclo vital de una sola línea celular. Los nervios se conectan y desconectan de las células gustativas conforme van pasando por los diferentes estadios de su ciclo vital, y una terminal nerviosa siempre está conectada a un tipo celular particular, o bien los nervios siguen conectados a sus respectivas células conforme pasan por las diferentes etapas de su ciclo vital, la vida media de las células de un botón gustativo es de 10 días. (9)

Las células receptoras gustativas son continuamente remplazadas en el botón para compensar daños mecánicos, térmicos o por toxinas inducidas en el epitelio gustativo. Además, todo el botón y el epitelio gustativo, puede ser removido o destruido y se regenerará completamente, haciéndolo uno de los pocos órganos humanos capaces de regenerarse por completo. (8)

### **2.2.1 Células Neuroepiteliales Especializadas.**

Cada botón gustativo está constituido por cuatro diferentes tipos de células neuroepiteliales especializadas (Tipo I, Tipo II, Tipo III y Tipo IV), cada una de ellas está inervada en su extremo basal, por fibrillas provenientes de un plexo nervioso subepitelial; funcionan como receptores sensoriales, tienen microvellosidades que se extienden hasta el poro gustativo. Se reemplazan cada 10 días aproximadamente.

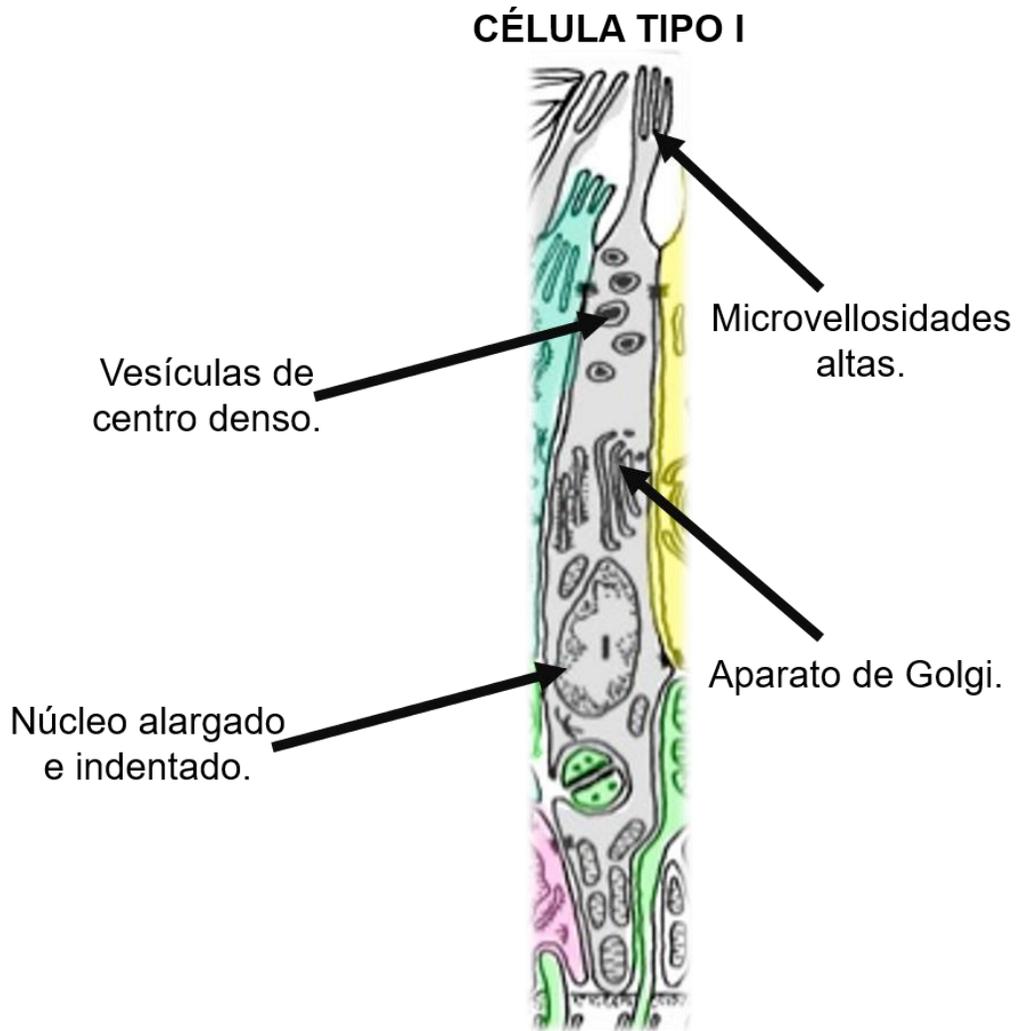


Fuente: [https://www.researchgate.net/figure/Taste-bud-S-Supporting-cells-G-Gustatory-cells-neuroepithelial-cells\\_fig41\\_280803281](https://www.researchgate.net/figure/Taste-bud-S-Supporting-cells-G-Gustatory-cells-neuroepithelial-cells_fig41_280803281) Con texto añadido.

*Ilustración 10.* Células neuroepiteliales especializadas.

### **2.2.1.1 Células Tipo I.**

Las células tipo I o también células oscuras, son delgadas y largas que se extienden desde la base del botón hasta el poro gustativo, en su citoplasma apical contiene vesículas de centro denso, su núcleo es alargado e indentado; presenta múltiples microvellosidades apicales en el poro gustativo y su aparato de Golgi es prominente. Representan aproximadamente el 50% de las células del botón gustativo. (18)



Fuente: <http://www.siumed.edu/~dking2/erg/Huang-tastebud.htm> Con texto agregado.

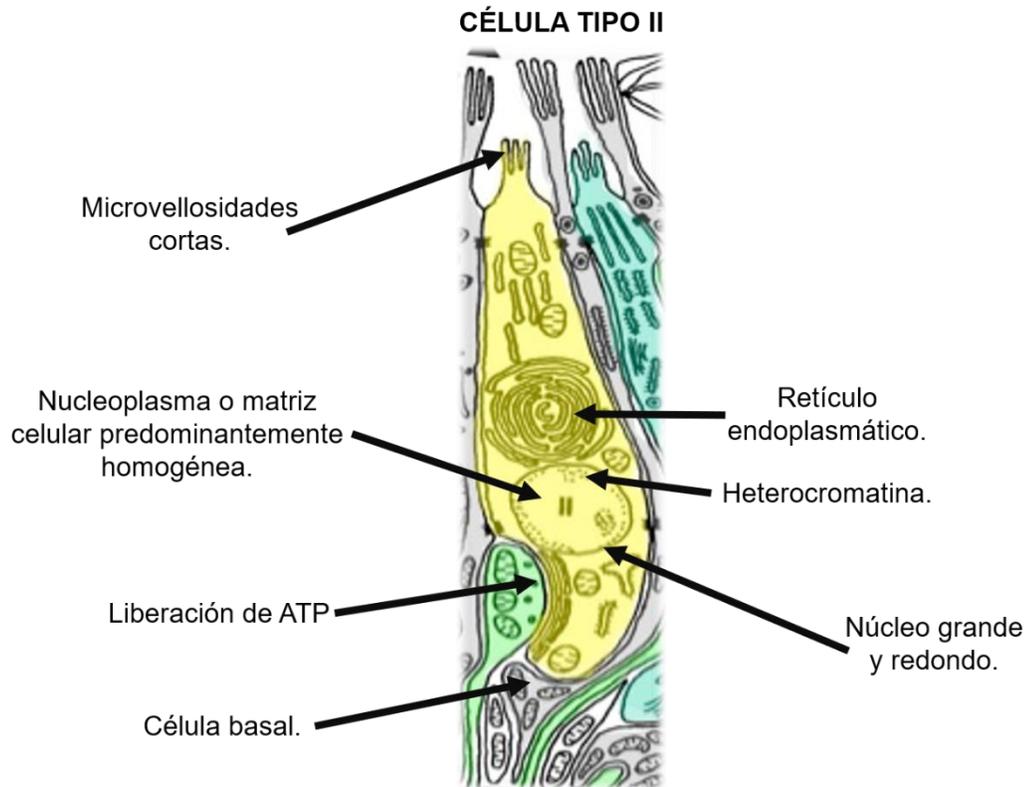
*Ilustración 11.* Partes de la célula tipo I.

### **2.2.1.2 Células Tipo II.**

Las células tipo II o células claras, se extienden por encima de la célula basal, presentan un núcleo redondo u oval que contiene una matriz celular predominantemente homogénea con parches de heterocromatina adheridos o cerca

de su membrana nuclear interna; sus microvellosidades apicales son más cortas que las células tipo I y no llegan hasta el poro gustativo. Su sinapsis es a través de la liberación de Adenosín trifosfato (ATP).

Representan aproximadamente el 19% de las células del corpúsculo gustativo. (18)



Fuente: <http://www.siumed.edu/~dking2/erg/Huang-tastebud.htm> Con texto agregado.

*Ilustración 12.* Partes de la célula tipo II.

### **2.2.1.3 Células Tipo III.**

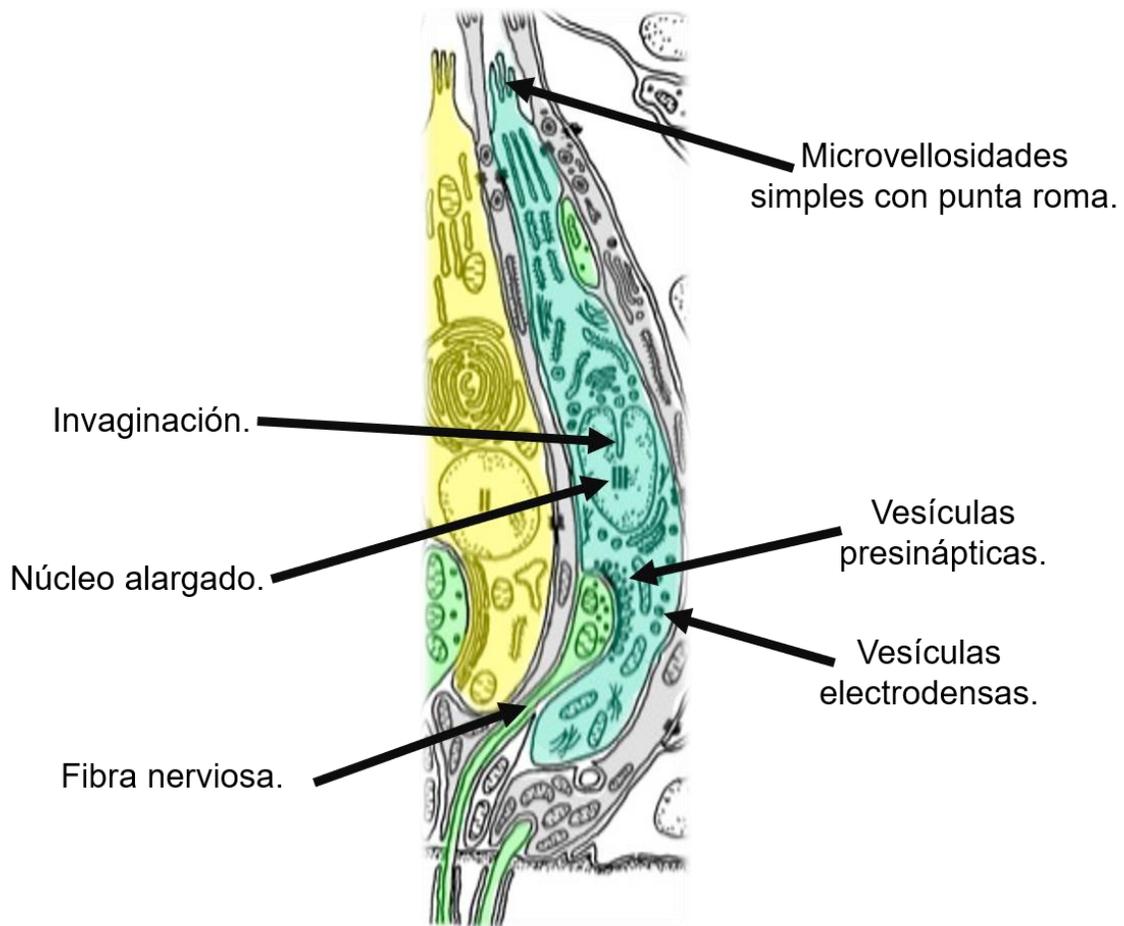
Las células tipo III o intermedias, son similares a las células tipo II morfológicamente, tienen una o varias microvellosidades simples con punta roma, contienen una sola

---

prolongación citoplasmática que se extiende hasta el poro gustativo, poseen numerosas vesículas electrodensas en su porción basal; contienen un núcleo alargado con una o varias invaginaciones en la membrana nuclear. Un dato diferencial de estas células es la presencia de sinapsis convencional con una pequeña acumulación de vesículas presinápticas.

Representan aproximadamente el 15% de las células del botón gustativo.

### CÉLULA TIPO III



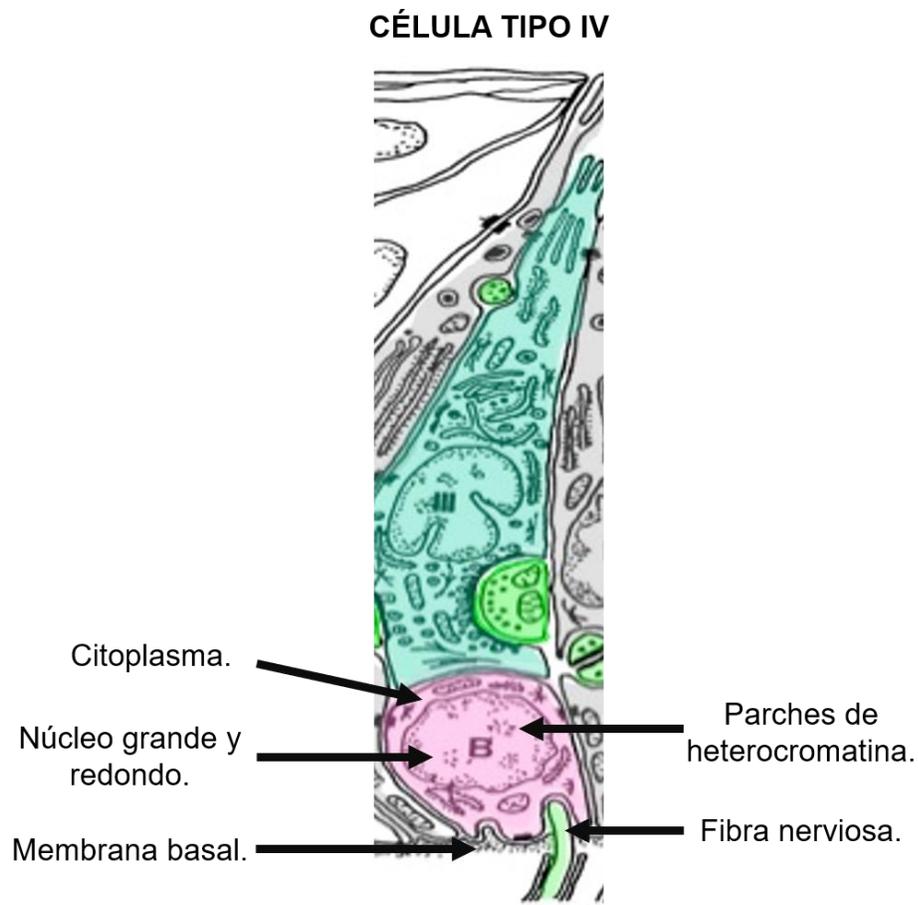
Fuente: <http://www.siumed.edu/~dking2/erg/Huang-tastebud.htm> Con texto agregado.

*Ilustración 13.* Partes de la célula tipo III.

#### 2.2.1.4 Células Tipo IV.

Las células tipo IV o basales, son células de soporte, poseen un núcleo grande y redondo con parches de heterocromatina en su interior, su citoplasma es delgado; están en contacto íntimo con la membrana basal del botón gustativo y con la fibra nerviosa. Se dice que son progenitoras y están relacionadas con el recambio celular, el cual está estimado en un promedio de 10 días.

Constituyen aproximadamente el 14% de las células del corpúsculo gustativo.

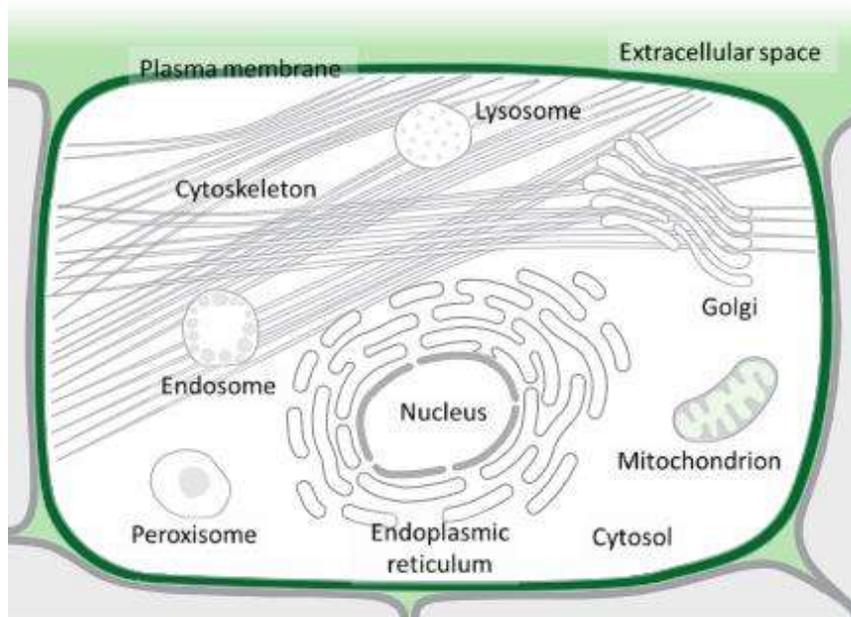


Fuente: <http://www.siumed.edu/~dking2/erg/Huang-tastebud.htm> Con texto agregado.

*Ilustración 14.* Partes de la célula tipo IV.

### 2.2.2 Receptores del Gusto.

Los receptores del gusto reciben el nombre genético de: TASR o TR (por sus siglas en inglés), son proteínas que actúan como quimiorreceptores que interactúan con los estímulos gustativos para iniciar una señal aferente transmitida al cerebro, lo que resulta en una percepción gustativa (19). Están localizados en la membrana plasmática de las células tipo II de los botones gustativos.

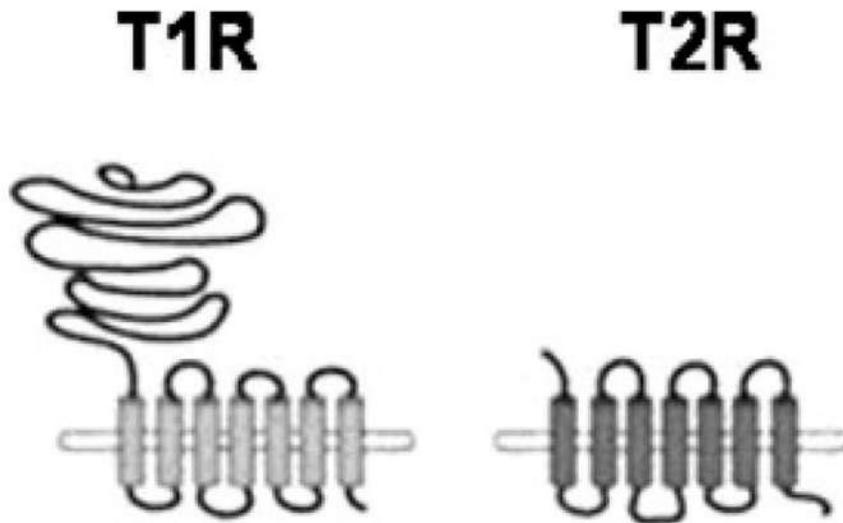


Fuente: <https://www.genecards.org/cgi-bin/carddisp.pl?gene=TAS1R1&keywords=TR1>

*Ilustración 15.* Localización de los TASR.

Se encuentran asociados a proteínas G, las cuales actúan como transportadoras de información con dichos receptores, éstas interactúan de forma distinta en las diferentes transducciones de sabor.

Los TASR tienen varios grupos distintos, entre los cuales los TAS1R y TAS2R intervienen en funciones de transducción gustativa.



Fuente: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2721271/>

*Ilustración 16.* Diferencia estructural de TAS1R Y TAS2R.

### **2.2.2.1 TAS1R.**

Los TAS1R tienen 3 miembros involucrados en la recepción gustativa, cada uno con diferencias estructurales y funcionales:

- Receptor gustativo tipo 1 miembro 1 (TAS1R1), involucrado en la detección del sabor umami. Contiene 841 aminoácidos y un peso molecular de 93074 Da. (20)
- Receptor gustativo tipo 1 miembro 2 (TAS1R2); para la recepción del sabor dulce. Contiene 839 aminoácidos y un peso molecular de 95183 Da. (21)
- Receptor gustativo tipo 1 miembro 3 (TAS1R3), destinado a la detección del sabor umami y dulce. Contiene 852 aminoácidos y un peso molecular de 93386 Da. (22)

#### **2.2.2.2 TAS2R.**

Alrededor de 25 miembros de genes diferentes de TAS2R son expresados en la percepción del sabor amargo, cada uno de ellos contiene características estructurales diferentes, por ejemplo:

- Receptor gustativo tipo 2 miembro 1 (TAS2R1), Contiene 299 aminoácidos y un peso molecular de 34333 Da. (23)
- Receptor gustativo tipo 2 miembro 3 (TAS2R3), Contiene 316 aminoácidos y un peso molecular de 35915 Da. (24)

Todos los miembros de genes TAS2R están destinados a la percepción del sabor amargo.

### **3. TRANSDUCCIÓN Y SENSOPERCEPCIÓN GUSTATIVA**

#### **3.1 Transducción Gustativa**

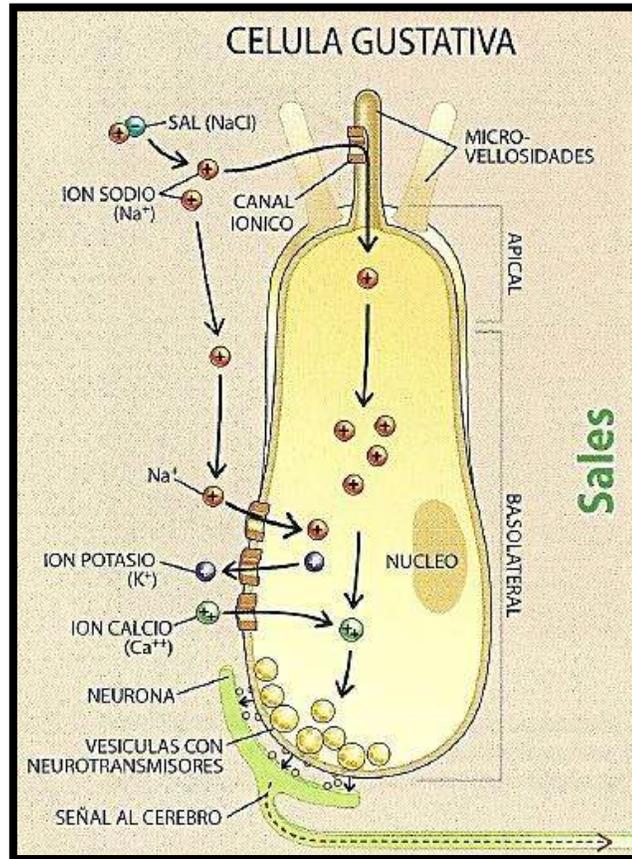
El sabor es la sensación producida por la estimulación de los receptores de las papilas gustativas de la lengua. (25)

La interpretación gustativa que perciben los seres humanos al tomar los alimentos varía según la edad, sexo, hábitos, estado emocional, etcétera (26). En la boca, junto con la textura, la temperatura y las sensaciones del sentido químico común, se combinan con olores para producir la percepción del sabor. (1)

El sabor es un ejemplo de procesamiento multisensorial, donde existe la integración de tres diferentes canales sensoriales: gusto, olfato y somatosensación (27), es una percepción única, que corresponde a la combinación de impulsos sensoriales independientes: el gusto, el olfato, la estimulación química, la temperatura y parte del sentido del tacto. (28)

##### **3.1.1 Transducción del Sabor Salado.**

Esta modalidad gustativa es la que presenta mayores interrogantes en cuanto a su receptor y modo de transducción a nivel celular (12). El sabor salado es una sensación gustativa universal y su función fisiológica en los animales es la de mantener el equilibrio electrolítico. (28)



Fuente: (Smith & Margolskee, 2005, p. 68).

*Ilustración 17.* Mecanismo de transducción del sabor salado.

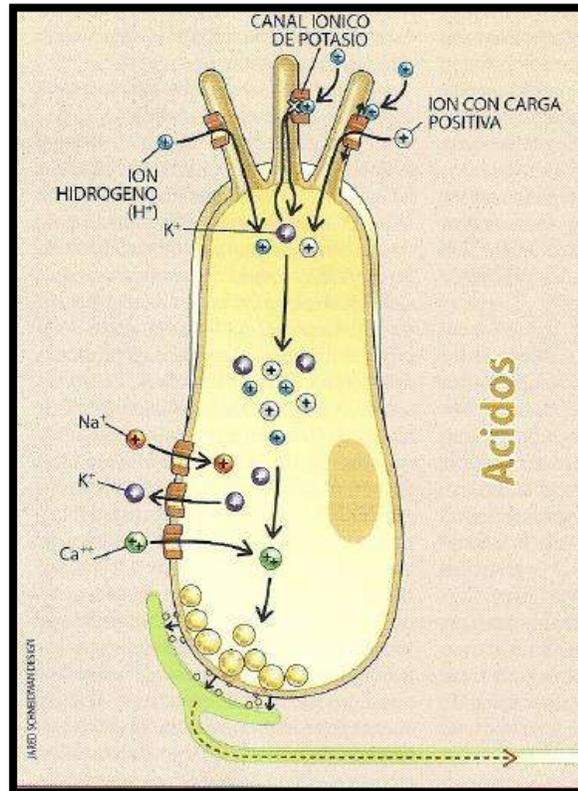
El mecanismo de transducción del sabor salado se da cuando en las microvellosidades o en la parte basolateral de la célula del botón gustativo, los iones de sodio ( $Na^+$ ) entran en los canales iónicos para provocar una despolarización que ocasiona la entrada de iones de calcio ( $Ca^{++}$ ) en la célula, lo que da lugar a la liberación de neurotransmisores mensajeros que transmiten la señal al cerebro a través de las fibras nerviosas ubicados en la parte basal del botón gustativo. Al terminar este mecanismo, la célula vuelve a su estado natural repolarizándose mediante la liberación de iones de potasio ( $K^+$ ) a través de los canales iónicos de potasio. Se cree que en la célula tipo III se produce este mecanismo de transducción.

### 3.1.2 Transducción del Sabor Ácido.

El sabor agrio está producido por ácidos. Los sabores ácidos o agrios son marcadores de fermentación, los cuales las personas buscan e ingieren. La fermentación no solo provee acceso más fácil a macro y micronutrientes, también provee acceso a bacterias probióticas, las cuales ayudan a mantener la salud nutricional, previniendo enfermedades y a atacar las infecciones gastrointestinales.

(8)

En el sabor ácido los protones de las sustancias ácidas bloquean a los canales de potasio ubicados en la membrana apical de la célula receptora del gusto.



Fuente: (Smith & Margolskee, 2005, p. 68).

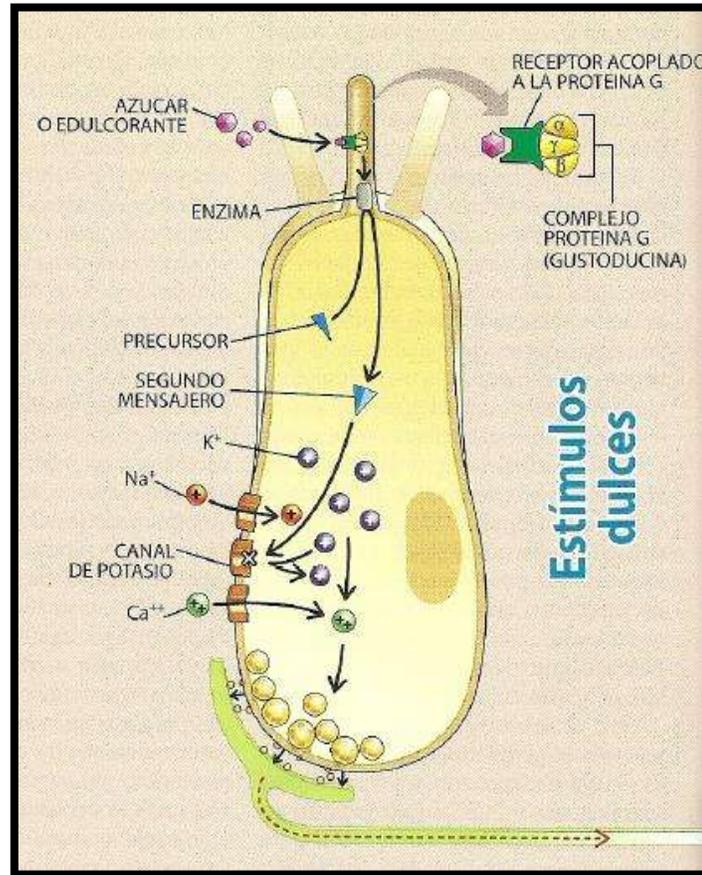
*Ilustración 18.* Mecanismo de transducción del sabor ácido.

En la célula tipo III se produce el mecanismo de transducción del sabor ácido, en el cual al entrar en contacto el estímulo ácido con las microvellosidades, se bloquean los canales de potasio permitiendo que iones de hidrógeno ( $H^+$ ) y iones con carga positiva entren a través de otros canales presentes en las microvellosidades, al estar bloqueados los canales de potasio, el potasio interactúa con los iones de hidrogeno y con iones de carga positiva ocasionando la despolarización de la célula permitiendo la entrada de  $Ca^{++}$  y  $Na^+$  para desencadenar la liberación de neurotransmisores y la señal sea enviada al cerebro por medio de las fibras nerviosas ubicadas en la parte basal de los botones gustativos presentes en las papilas gustativas linguales.

### **3.1.3 Transducción del Sabor Dulce.**

El sabor dulce es aceptado de manera global como uno de los sabores más placenteros, los alimentos que poseen un contenido alto de carbohidratos son percibidos dulces y los saborizantes artificiales que proporcionan el sabor dulce se denominan edulcorantes. (4)

El gusto dulce permite la identificación de nutrientes ricos en energía, por lo tanto, los humanos intrínsecamente captan las sustancias dulces como una de las más básicas y fundamentales para su metabolismo, además de provocar aceptación, placer y agrado al ingerirlas. (12)



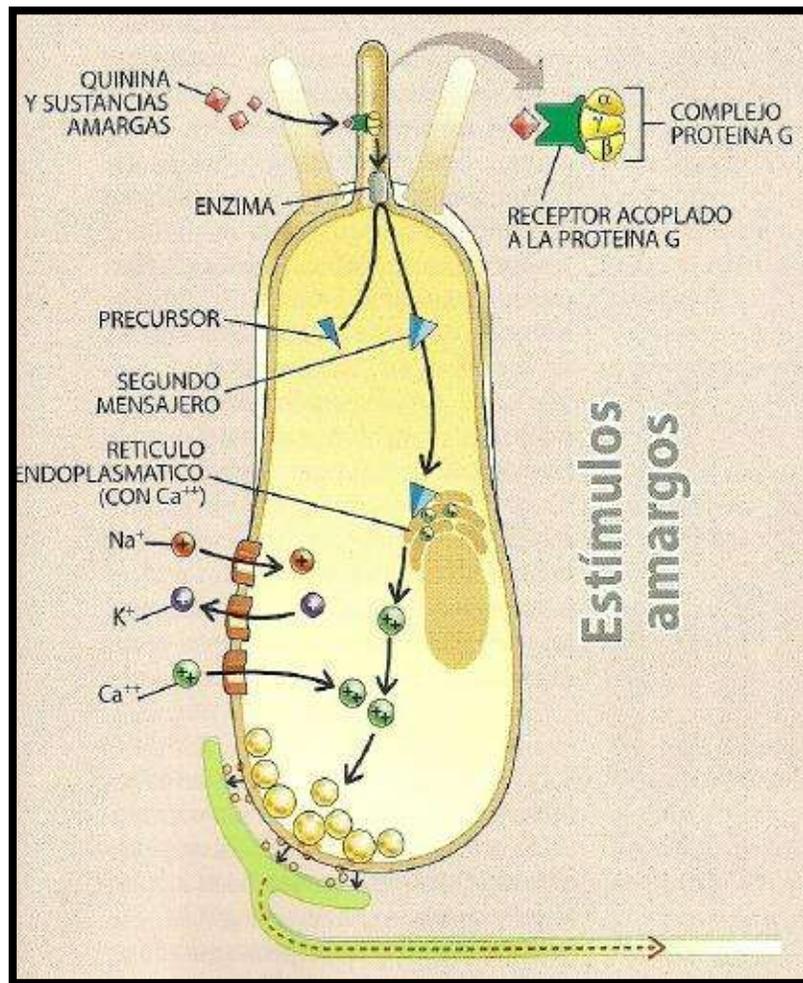
Fuente: (Smith & Margolskee, 2005, p. 68).

*Ilustración 19.* Mecanismo de transducción del sabor dulce.

El mecanismo de transducción del sabor dulce tiene lugar en la célula tipo II. Cuando una sustancia dulce entra en contacto con el receptor, activa al complejo de la proteína G, esta proteína G activada, gustoducina, a su vez activa a la enzima adenilato ciclasa que cataliza la conversión del precursor ATP en Adenosín monofosfato cíclico (AMPc o cAMP) que es el segundo mensajero, el cual activa una proteína quinasa que fosforila y cierra el canal de potasio, el resultado es una despolarización que abre los canales de sodio para la entrada de Na<sup>+</sup> a la célula y así se liberen los neurotransmisores para mandar la señal a través de las fibras nerviosas del botón gustativo al cerebro.

### 3.1.4 Transducción del Sabor Amargo.

La percepción del sabor amargo tiene una función protectora ya que nos ayuda a prevenir la ingesta de sustancias tóxicas como alimentos en descomposición, toxinas de plantas, entre otros, provocando rechazo, sin embargo, hay alimentos necesarios para nuestra dieta que tienen sabor amargo, como las espinacas, brócoli, coliflor, arúgula, etc.



Fuente: (Smith & Margolskee, 2005, p. 69).

*Ilustración 20.* Mecanismo de transducción del sabor amargo.

La transducción del sabor amargo es muy similar a la del sabor dulce; se produce cuando una sustancia amarga entra en contacto con las microvellosidades de la célula tipo II, se activa el complejo de la proteína G, la proteína G activada, transducina, activa a la enzima fosfolipasa C (PLC), ésta enzima cataliza la conversión del precursor fosfatidilinositol-4,5-bisfosfato (PIP<sub>2</sub>) en el segundo mensajero inositol-trifosfato (IP<sub>3</sub>), el cual causa la liberación de Ca<sup>++</sup> del retículo endoplasmático; la acumulación de Ca<sup>++</sup> en la célula conduce la despolarización y posteriormente la liberación de neurotransmisores, para mandar la información al cerebro mediante las fibras nerviosas basales del botón gustativo.

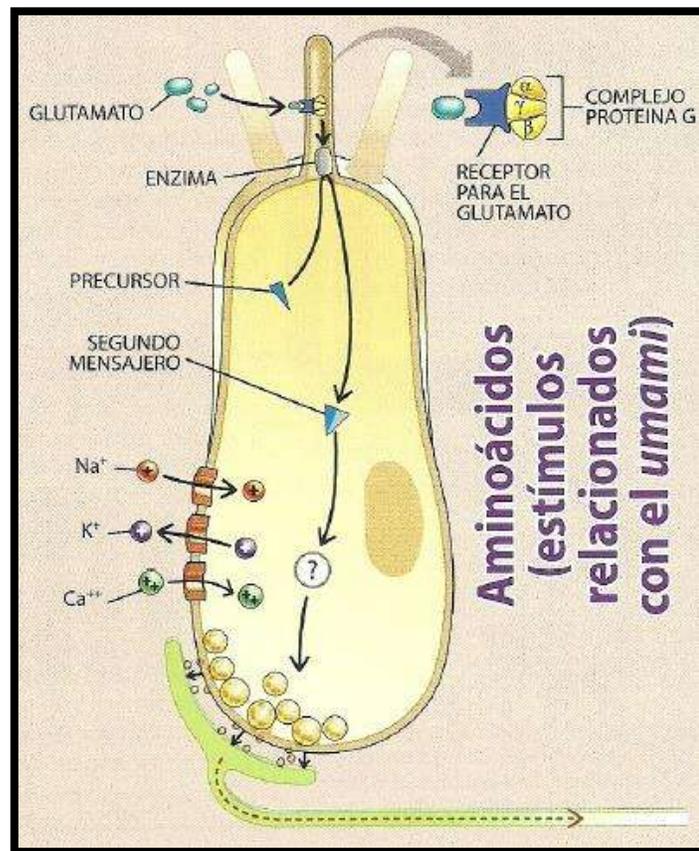
### **3.1.5 Transducción del Sabor Umami.**

El gusto del glutamato monosódico (GMS), es lo que se identificó como gusto umami. En 1908, Kikunae Ikeda, identificó por primera vez al umami a partir de sopa de algas aislando la molécula que origina este tipo de sabor y demostrando que era glutamato monosódico; al igual que la sal y la pimienta, el GMS es, en la actualidad, una de las sustancias saborizantes más usadas en el mundo. Frecuentemente los occidentales describen al umami como sabor a caldo o a carne, sin embargo, el glutamato es uno de los componentes principales en la mayor parte de los alimentos que contienen proteínas naturales, tales como la carne, el pescado, la leche, los quesos añejados y algunos vegetales como los tomates y el maíz y, en menos proporción, la cebolla y las zanahorias. El glutamato monosódico, se usa ampliamente en cereales, sopas enlatadas y de sobre, es un componente importante en la salsa de soya. (9)

El “quinto sabor”, llamado umami se relaciona con compuestos como el glutamato monosódico y es característico de alimentos sabrosos y ricos en proteínas (14); proviene del idioma japonés y significa “sabor agradable, sabroso”, está presente

en salsas de la cocina oriental como la salsa de soya. Es un sabor sutil pero prolongado y difícil de describir, provoca salivación y estimula la garganta, el paladar y la parte posterior de la boca. Por sí mismo, umami no es agradable, pero realza el sabor de una gran cantidad de alimentos, especialmente en presencia de aromas complementarios. El ejemplo más común es el glutamato de sodio que se usa para darle un sabor agradable a diferentes productos (4), se ha sugerido que dicho compuesto es principalmente salado, con notas de sabores secundarios como a caldo, sabroso, a pollo, sabroso, bicarbonato y otros. En Japón le dicen “ajinomoto” o “umami. (28)

El gusto umami permite el reconocimiento de aminoácidos. (16)



Fuente: (Smith & Margolskee, 2005, p. 69).

Ilustración 21. Mecanismo de transducción del sabor umami.

El mecanismo de transducción del sabor umami es muy similar al mecanismo del sabor dulce y amargo; al entrar en contacto el glutamato monosódico en las microvellosidades de la célula gustativa presentes en el botón gustativo, activa el complejo de la proteína G que a su vez activa a la enzima PLC para catalizar la conversión del precursor PIP2 en el segundo mensajero IP<sub>3</sub>, esto ocasiona una liberación de Ca<sup>++</sup> en el citoplasma, éste incremento de Ca<sup>++</sup> en la célula, activa la entrada de Na<sup>+</sup> produciendo una despolarización que incrementa la entrada de Ca<sup>++</sup> a través de la membrana basolateral hacia las proximidades de las vesículas sinápticas, esto provoca la fusión de las vesículas con la membrana basolateral y subsecuentemente la excitación de la terminal nerviosa aferente (29) en la parte basal del botón gustativo para que la información sea enviada al cerebro por medio de las fibras nerviosas.

### **3.2 Sensopercepción Gustativa**

La sensopercepción gustativa es fundamental para la vida pues proporciona, entre otros aspectos, la capacidad de percibir las sustancias que ingresan al organismo. La sensación gustativa depende en primer término de la presencia de estructuras especializadas llamadas botones gustativos, que en el ser humano se localizan principalmente en la cavidad bucal. La odontología actual requiere del estudio del sentido del gusto, considerando los estímulos, los quimiorreceptores, sus mecanismos de transducción y su compleja conectividad, pues constituye un modelo que permite comprender como se integran las diversas funciones que desarrolla el sistema estomatognático desde un nivel molecular. (12)

Los movimientos del bolo alimenticio en la boca hacen que se estimulen receptores de distintas regiones de la lengua y junto con los movimientos deglutorios se genera un flujo aéreo retrorinal que aporta información olfativa complementaria. (6)

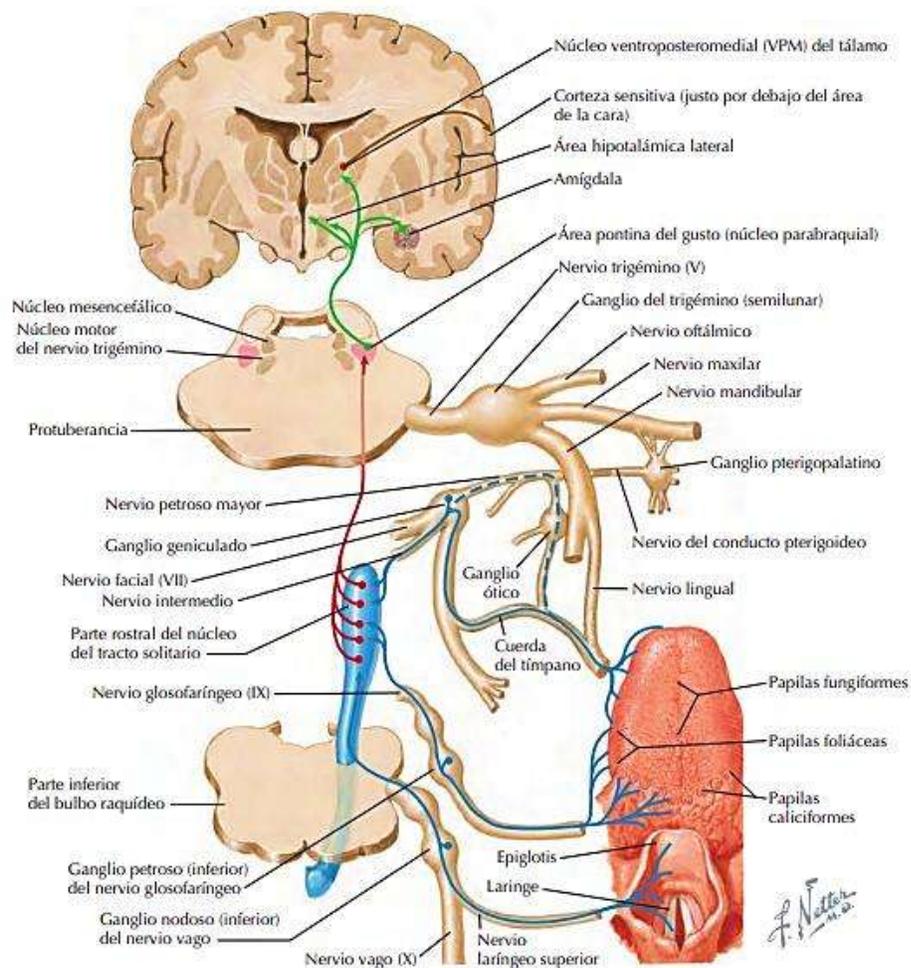
Durante la masticación los alimentos hacen contacto con las papilas gustativas linguales, las sustancias contenidas en ellos son liberadas por la acción mecánica de la trituración, posteriormente las sustancias de estos alimentos son disueltas por la saliva para inmediatamente entrar en contacto con las microvellosidades de las células gustativas contenidas en los botones gustativos, una vez dentro de ellas se produce la transducción gustativa de cada sabor como ya lo mencionamos anteriormente, es ahí donde comienza la sensopercepción gustativa a través de la excitación de las fibras nerviosas aferentes en la parte basal de la célula gustativa, estas fibras varían dependiendo su ubicación:

- En las papilas fungiformes, las fibras son parte del nervio cuerda del tímpano, rama del nervio facial, esta información sigue su trayecto al ganglio geniculado y a continuación al núcleo del tracto solitario.
- En las papilas foliadas y circunvaladas, las fibras son parte del nervio glossofaríngeo, el estímulo continúa su trayecto al ganglio petroso y llega al núcleo del tracto solitario.

Una vez que los estímulos llegan al núcleo del tracto solitario, se dirigen al área pontina del gusto en el puente de Varolio, siguen su trayecto hacia el núcleo ventral posteromedial del tálamo terminando en la corteza gustativa (ínsula anterior opérculo frontal)

El primer centro de procesamiento de la información es el núcleo del tracto solitario, ubicado en la parte del tallo cerebral y segregado en la parte posterior e inferior del cerebro. La información proveniente de los alimentos que nos gustan o que nos disgustan, llega a este primer núcleo en su porción lateral si son agradables o en la

zona medial si son desagradables. De ahí toma dos caminos, uno de ellos es al mismo nivel del tallo cerebral, a los centros salivatorios para continuar secretando saliva y favoreciendo el contacto de las sustancias químicas contenidas en los alimentos con los receptores gustativos. También viaja a los núcleos motores que controlan los movimientos de la lengua y que permiten el batido, amasamiento y formación del bolo alimenticio, a núcleos motores que controlan los movimientos de los músculos de la cara que permiten las expresiones faciales características de cuando ingerimos algo agradable o desagradable. (7)



Fuente: (Felten, 2010, p. 335). (30) ©Todos los derechos reservados por Elsevier.

Ilustración 22. Vías gustativas.

En resumen, podemos decir que las señales del gusto van desde la lengua mediante las papilas gustativas, hasta el bulbo raquídeo (a través de los nervios: glossofaríngeo y facial) situado en el tronco encefálico, después asciende hasta el tálamo y la corteza donde las sensaciones se transforman en percepciones gustativas.

### **3.2.1 El Gusto.**

El sentido del gusto nos ayuda a seleccionar los alimentos que ingerimos diariamente mediante el sabor, textura y experiencias que se han almacenado con diversos alimentos; el análisis de diferentes artículos nos ha ayudado a puntualizar que múltiples estructuras, junto con las papilas y terminaciones nerviosas, nos ayudan a determinar el sabor, por lo tanto, al estar involucrados los nervios, el cerebro se encuentra comprometido con la somatosensación del sabor, es decir, el cerebro recibe la información recolectada por dichas estructuras, a través de un viaje sináptico.

La Real Academia Española en 2017, estableció que el gusto es el sentido corporal con el que se perciben las sustancias químicas disueltas, como las de los alimentos. (31)

La necesidad del ser humano de procurarse energía mediante la alimentación se ve condicionada por múltiples factores que influyen en la aceptabilidad de los alimentos (26). Nuestro sistema gustativo es adaptativo, se modifica de acuerdo a la necesidad nutricional en determinado tiempo, puede cambiar su sensibilidad según a los nutrimentos necesarios y en tiempos donde la sensibilidad a toxinas es mayor como en el embarazo. (8)

El gusto es un sentido filogenéticamente muy primitivo, capacita a los organismos superiores para detectar compuestos nutricionalmente importantes como azúcares, sales y aminoácidos, así como para evitar sustancias nocivas como ácidos, alcaloides y toxinas que normalmente presentan sabores muy amargos. (9)

Para nutrirnos, el sentido del gusto posee un rol primordial que nos permite seleccionar dentro de una amplia variedad de alimentos, las sustancias que son necesarias para nuestro metabolismo, protegiéndonos a su vez de compuestos potencialmente nocivos, debido a su toxicidad o grado de descomposición (12). Por lo tanto, el sentido del gusto probablemente evolucionó para permitir diferenciar los alimentos comestibles de las sustancias venenosas. (28)

El comprender detalladamente el mecanismo por el cual se procesan los sabores, nos podría ayudar a entender más a fondo los trastornos gustativos, como lo son la ageusia, agnosia, disgeusia, hipogeusia y cacogeusia; pudiendo brindar una mejoría para dichas alteraciones gustativas, con lo cual muchos pacientes que presentan éstas alteraciones, se podrían ver beneficiados al encontrar una posible solución a su padecimiento ya que una persona con un trastorno del gusto se ve afectada no solamente en cuanto a su calidad de vida, sino que también se ve privada de un sistema de alerta que para la mayoría de nosotros es normal.

### ***3.2.1.1 Trastornos Gustativos.***

Los trastornos del gusto son alteraciones en el sistema gustativo que pueden afectar la percepción y sensibilidad gustativa. El ser humano necesita de este sentido para sobrevivir, ya que los trastornos gustativos pueden debilitar o suprimir un sistema de alerta que nos ayuda a detectar alimentos o líquidos en mal estado y, para algunas personas, la presencia de ingredientes a los que son alérgicos (32). La

pérdida del sentido del gusto también puede causar depresión y una disminución en el deseo de comer. (1)

En el mundo son varios los estudios que sitúan en un 17% el porcentaje de la población que padece alteraciones del sabor de manera permanente: hasta un 15% de forma parcial y, un 2%, de manera total. El 17% de la población mundial equivale a más de 1,270 millones de personas. (33)

Los trastornos gustativos son:

- Ageusia: incapacidad de detectar sabores.
- Hipogeusia: reducción en la capacidad de percibir sabores. (1)
- Disgeusia: percepción distorsionada de estimulantes gustativos.
- Agnosia: capacidad de detectar sabores, pero sin poder identificarlos. (34)
- Cacogeusia: sensación percibida como desagradable. Una de las causas que lo provoca es la ingesta de piñones de la especie *Pinus armandii* (*P. armandii*), siendo conocida esta entidad como síndrome de la boca de pino. (35)

Lo descrito anteriormente puede ocasionar desordenes metabólicos en la persona afectada, ya que para que un alimento le sea agradable, generalmente le agrega más sal o azúcar hasta que alcance a percibir un sabor satisfactorio, con lo cual, al hacer esa práctica cotidianamente, podría ocasionarle problemas de hipertensión, diabetes, desnutrición, déficit vitamínico, entre otras.

Las causas de los trastornos gustativos son múltiples, entre ellas: infecciones de vías respiratorias superiores, traumatismos o lesiones cerebrales, cirugías donde estructuras nerviosas se encuentran involucradas, exposición a ciertos productos químicos (insecticidas, disolventes) (14), ciertos medicamentos y tratamientos contra el cáncer, conductas abrasivas linguales, deficiencias vitamínicas como cianocobalamina (B12), riboflavina (B2), niacina (B3) o de zinc.

## 4. ANTECEDENTES

El sentido del gusto se encuentra relacionado íntimamente con la gastronomía ya que esta se basa en la vista, olfato, texturas, temperaturas y finalmente en lo que podría ser lo más importante, el sabor que brinde la combinación de los ingredientes.

Generalmente, las personas durante la preparación de diferentes alimentos, suelen probarlos con la punta de la lengua para determinar si escasea o prevalece algún sabor e irlo ajustando de acuerdo a su gusto.

La literatura establece que las papilas gustativas presentes en la punta de la lengua sólo son capaces de detectar el sabor dulce, entonces, ¿Por qué generalmente para determinar si un alimento es ácido, salado, dulce, amargo, picante, etcétera lo probamos primero con la punta de la lengua?, ¿Podría ser que las papilas gustativas linguales son capaces de percibir todos los sabores independientemente de su estructura histológica? A excepción de las papilas filiformes que carecen de botones gustativos. De ser así, esto determinaría una diferencia entre lo establecido por la literatura y nuestro proyecto, lo cual podría ser útil para entender la fisiología de las papilas gustativas, así como los trastornos del gusto.

## 5. OBJETIVO GENERAL

Comprobar la percepción real de las cinco cualidades gustativas (ácido, amargo, dulce, salado y umami) descritas por diversos autores, en las diferentes papilas gustativas linguales, así como conocer las modalidades básicas del gusto, los mecanismos de transducción, y la codificación final a nivel cerebral.

Es importante estudiar de manera detallada el proceso gustativo, desde las papilas gustativas linguales, hasta las cortezas cerebrales, a través de todas las estructuras involucradas en este proceso; este conocimiento nos permitirá afrontar casos en los cuales algún paciente presente alguna alteración gustativa como podría ser: ageusia, agnosia, cacogeusia, disgeusia, o hipogeusia, de modo que podamos identificar la causa para eliminar o controlar esta alteración y así mismo mejore la calidad de vida del paciente.

## 6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Crear una redistribución topográfica del mapa gustativo lingual clásico de acuerdo a los resultados de nuestro estudio.
- Definir la capacidad cualitativa de cada corpúsculo gustativo.
- Crear un antecedente nacional teórico y práctico con estudio en humanos sobre dicho tema.
- Realizar una prueba discriminativa triangular sobre la percepción de los sabores en cien personas de distintas edades, en la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás De Hidalgo.

## **7. HIPÓTESIS**

### **7.1 Hipótesis de trabajo**

La aplicación metódica y específica de diferentes estímulos de sabor sobre las diversas papilas gustativas linguales capaces de detectar sabores, demostrará que todas son capaces de percibir todos los sabores.

### **7.2 Hipótesis nula**

La aplicación metódica y específica de diferentes estímulos de sabor sobre las diversas papilas gustativas linguales capaces de detectar sabores, demostrará que no todas son capaces de percibir todos los sabores.

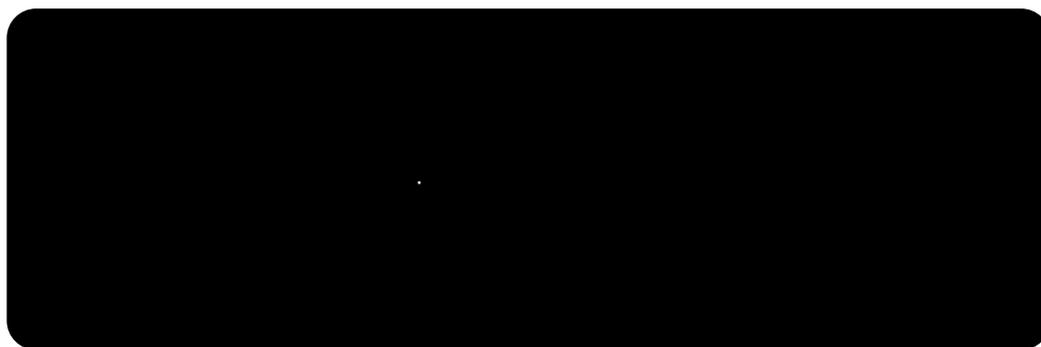
### **7.3 Hipótesis alternativa**

Existirá diferencia alguna entre el resultado que obtendremos y la información que se tiene en la literatura sobre la percepción de sabores de las papilas gustativas linguales capaces de detectar sabores.

## 8. MATERIALES Y MÉTODOS

Las pruebas se realizaron en cien personas (estudiantes, pacientes, personal y docentes de la Facultad de Odontología) en un rango de edad de 20 a 60 años, para la selección de los participantes se les entregó el consentimiento informado (Ilustración 34) donde se especificaba que fueran aparentemente sanos, no portadores de piercings, no fumadores, no alcohólicos, ni con alteraciones gustativas y/o linguales; se llevaron a cabo en dos clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Clínica CC4 y Clínica del Servicio Social), con la supervisión de nuestro tutor, se realizaron del 17 al 21 de Junio del 2019.

Los materiales que se utilizaron durante las pruebas fueron: pipetas plásticas de transferencia de polietileno de baja densidad, las cuales tenían capacidad de tres mililitros, con una apertura fina en su punta (Ilustración 23), las cuales nos permitieron colocar los estímulos de sabor en las áreas específicas sin que existiera algún derrame importante de líquido hacia otra área, o que provocaran sensaciones nauseosas al introducirlas a la cavidad oral, también se utilizaron colorantes vegetales de diferentes colores para la distinción de cada sabor, los cuales nos ayudaron a distinguir la zona en la cual se aplicó el estímulo.



Fuente: Elaboración propia.

*Ilustración 23.* Pipeta de transferencia.

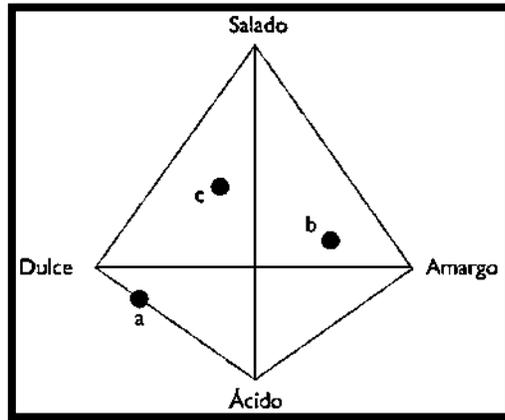
Los ingredientes que se utilizaron para los diferentes estímulos de sabor fueron: cien gramos de sacarosa, cien gramos de cafeína, cien mililitros de ácido cítrico, cien gramos de cloruro de sodio y cien gramos de glutamato monosódico; se disolvió cada ingrediente a excepción del ácido cítrico, en cien mililitros de agua purificada (con ayuda de un agitador) en diferentes recipientes para el control, distribución y colocación de las sustancias, se agregaron diez gotas de colorante vegetal de color diferente en cada disolución para su identificación (Ilustración 24). Cabe mencionar que los colorantes vegetales que se utilizaron no presentaban sabor alguno, por lo cual no distorsionaron el sabor principal de cada estímulo.



Fuente: Elaboración propia.

*Ilustración 24.* Recipientes con ingredientes disueltos con diferentes colores.

Método: la base de la metodología para las pruebas realizadas fue la prueba discriminativa triangular que consistió en un enjuague de agua purificada entre cada aplicación de sabor la cual actuó como neutralizador de sabor; para el orden de colocación de los sabores nos basamos en el tetraedro de Hans Henning publicado en 1916 (Ilustración 25) para armonizar los sabores por contraste, el orden subsecuente de aplicación fue: salado, ácido, dulce, amargo y finalmente umami.



Fuente: (Cárdenas, 2014, p. 41). (36)

*Ilustración 25.* Tetraedro de los sabores propuesto por Hans Henning en 1916.

Para cada modalidad gustativa, se utilizaron: sacarosa, como estimulante para el sabor dulce; cafeína, para el sabor amargo; ácido cítrico, para el sabor ácido; cloruro de sodio, para el sabor salado y glutamato monosódico (*Ilustración 26*) para el sabor umami; cada estímulo de sabor se colocó en las papilas foliadas, fungiformes y caliciformes de un lado de la lengua para comprobar la percepción de todos los sabores en los botones gustativos. En las papilas filiformes no se realizaron las pruebas debido a que carecen de botones gustativos.



Fuente: Elaboración propia.

*Ilustración 26.* Glutamato monosódico utilizado en las pruebas.

A cada participante le pedimos que abriera su boca, sacara la lengua y la mantuviera extendida durante la colocación de cada estímulo el cual consistía en la aplicación de una gota de sabor en cada grupo de papilas gustativas, posteriormente el participante podía enjuagar su boca con agua purificada hasta que dejara de percibir el sabor, al finalizar, tenía que registrar en la tabla de la escala de Osgood (Tabla 7), la intensidad general con la que percibió el sabor aplicado y si lo percibió o no en las 3 zonas aplicadas.



Fuente: Elaboración propia.

*Ilustración 27.* Muestra de aplicación de estímulo salado.



Fuente: Elaboración propia.

*Ilustración 28.* Muestra de aplicación de estímulo ácido.



Fuente: Elaboración propia.

*Ilustración 29.* Muestra de aplicación de estímulo dulce.



Fuente: Elaboración propia.

*Ilustración 30.* Muestra de aplicación de estímulo amargo.



Fuente: Elaboración propia.

*Ilustración 31.* Muestra de aplicación de estímulo umami.

La temperatura a la cual aplicamos los estímulos fue en un rango de 12° a 17°C debido a que el autor Arévalo en su artículo “*Efecto de la temperatura sobre los umbrales sensoriales de los sabores básicos*”, estudió el efecto que tiene la temperatura sobre el umbral de reconocimiento del sabor salado y encontró que la percepción aumenta cuando la temperatura de los alimentos está entre 7° y 17°C; es decir, se necesita menor concentración de cloruro de sodio para detectar e identificar este sabor, mientras que de 18° a 42°C disminuye la percepción. (28)

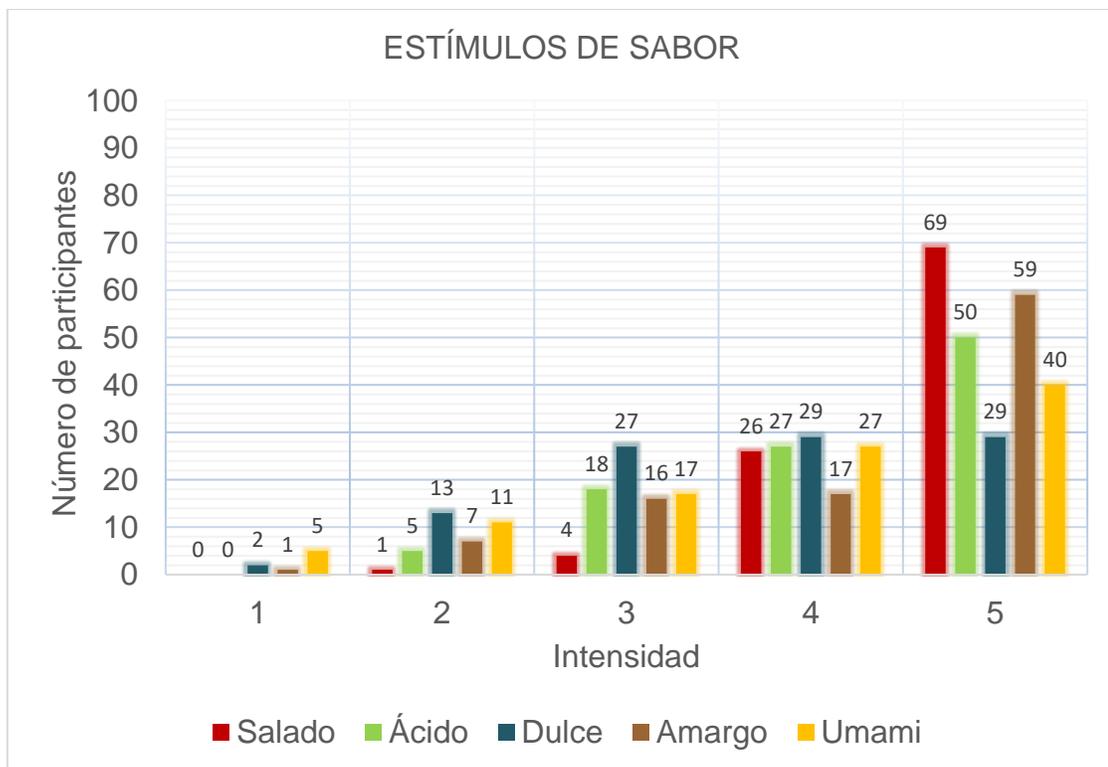


Fuente: Elaboración propia.

*Ilustración 32.* Temperatura de las disoluciones.

## 9. RESULTADOS

Los participantes refirieron percibir todos los sabores con variaciones de intensidad (Tabla 1) en todas las zonas linguales donde se colocaron los estímulos, por lo tanto, mediante nuestros resultados comprobamos que los botones gustativos presentes en las papilas gustativas linguales percibían todos los sabores, incluso la mayoría de los participantes refirieron percibir los sabores con mayor intensidad en las papilas caliciformes.



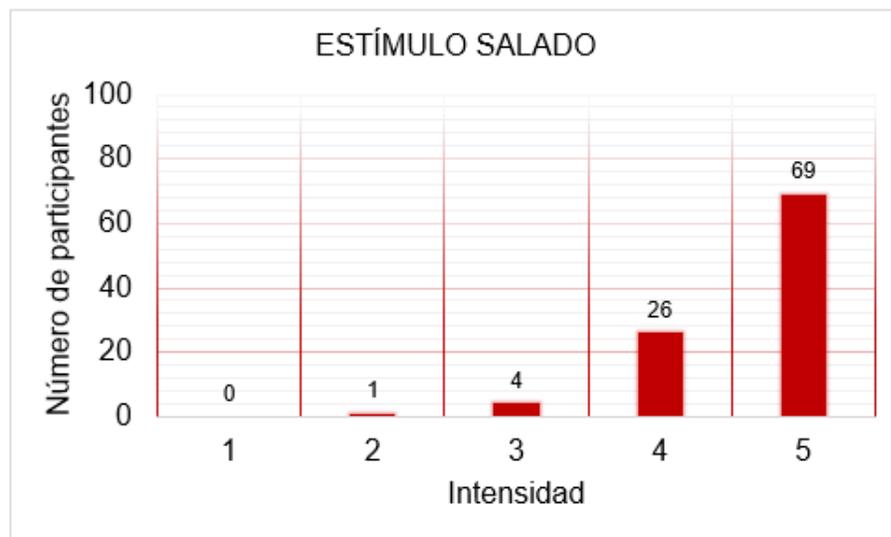
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Resultados generales.

Por ende, podemos deducir que todos los botones gustativos presentes en todas las papilas gustativas linguales son capaces de percibir todos los sabores.

## 10. ANÁLISIS

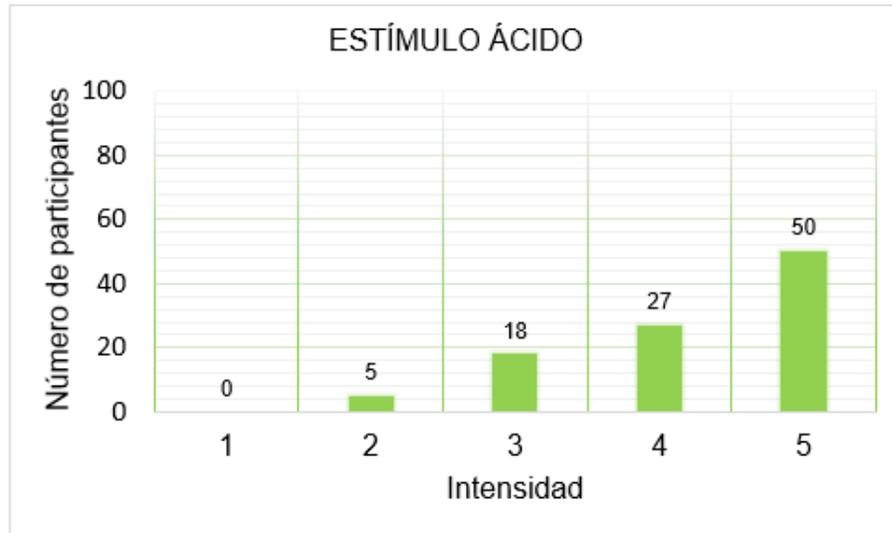
De los resultados generales obtenidos mediante las aplicaciones de estímulos gustativos en la lengua, creamos tablas individuales de cada estímulo para poder diferenciar dichos resultados de forma aislada y posteriormente analizarlos de forma general, su análisis será de acuerdo al orden de colocación en las pruebas. El nivel de intensidad se manejó a través de la escala de Osgood, siendo el 0 percepción nula; 1 poca percepción; 2 percepción leve; 3 percepción media; 4 percepción moderada; 5 percepción alta.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Resultados estímulo salado.

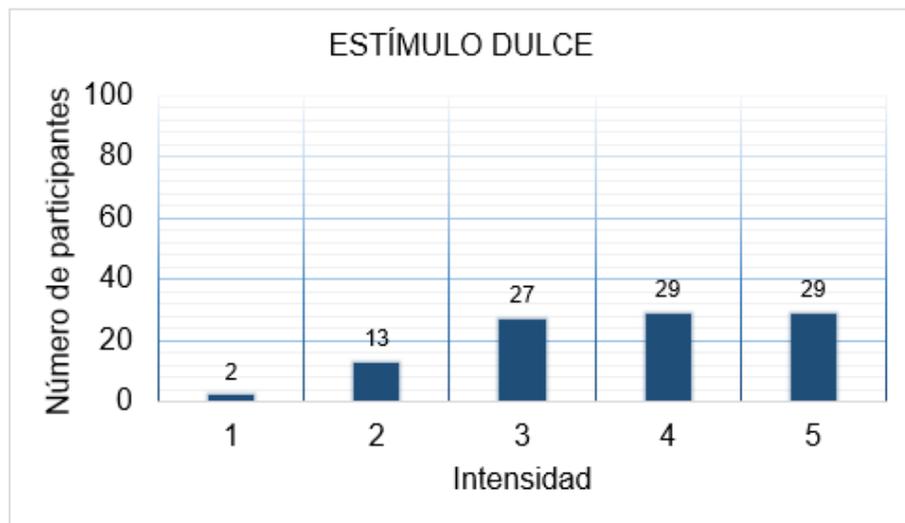
Para el estímulo salado, del total de los 100 participantes: 69 lo percibieron con percepción alta, 26 con percepción moderada, 4 con percepción media, 1 con percepción leve y 0 con poca percepción.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Resultados estímulo ácido.

Para el estímulo ácido, del total de los 100 participantes: 50 lo percibieron con percepción alta, 27 con percepción moderada, 18 con percepción media, 5 con percepción leve y 0 con poca percepción.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Resultados estímulo dulce.

Para el estímulo dulce, del total de los 100 participantes: 29 lo percibieron con percepción alta, 29 con percepción moderada, 27 con percepción media, 13 con percepción leve y 2 con poca percepción.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Resultados estímulo amargo.

Para el estímulo amargo, del total de los 100 participantes: 59 lo percibieron con percepción alta, 17 con percepción moderada, 16 con percepción media, 7 con percepción leve y 1 con poca percepción.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Resultados estímulo umami.

Para el estímulo umami, del total de los 100 participantes: 40 lo percibieron con percepción alta, 27 con percepción moderada, 17 con percepción media, 11 con percepción leve y 5 con poca percepción. La mayoría de los participantes referían que para este estímulo su sabor era complejo de definir, los sabores que nos comentaron fueron: caldo de pollo: caldo de res; salsa de soya; comida japonesa; entre otros, lo ligaban a un conjunto de sabores que para unos era rico, mientras que para otros era desagradable, de tal manera que, con la información adquirida, podemos mencionar que todo esto está íntimamente relacionado con la memoria gustativa de cada individuo.

Una vez analizados los resultados de forma separada, podemos mencionar que las variaciones de intensidad en los resultados obtenidos de forma general podrían deberse a:

- La diferencia en el número de botones gustativos presentes en las papilas gustativas linguales.

- Técnica de cepillado lingual de cada individuo, la cual puede ser más o menos abrasiva para el epitelio lingual ocasionando retraso en el proceso de regeneración de los botones gustativos.
- Ingesta de sustancias irritantes y/o comidas abrasivas que lleguen a alterar el epitelio gustativo.
- Distribución anormal en forma, número y tamaño de los botones gustativos y/o papilas gustativas en cada individuo pudiendo generar lo coloquialmente llamado como personas supercatadoras.
- La cantidad de células gustativas (Tipo I, II y III) contenidas en los botones gustativos linguales.

La mayoría de los participantes mencionaron que los estímulos los percibían con mayor intensidad en la parte posterior de la lengua (papilas caliciformes); analizando la histología de dichas papilas, podemos señalar que esta percepción intensificada es debido a que estas papilas poseen un mayor número de botones gustativos, así como la presencia de glándulas de Von Ebner (Ilustración 4) debajo de ellas que actúan limpiando constantemente dichas papilas facilitando la percepción del gusto.

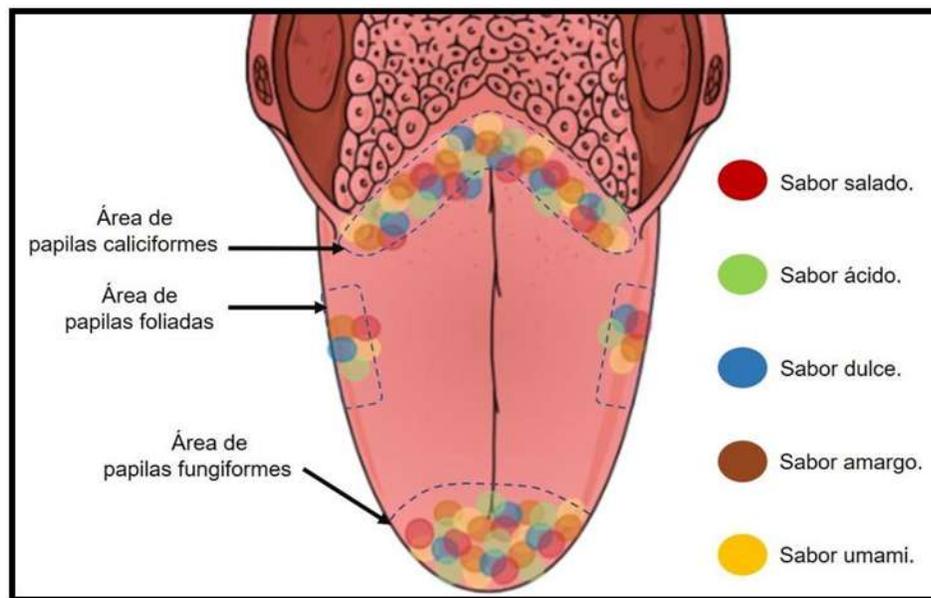
## 11. DISCUSIÓN

A diferencia de pruebas realizadas en humanos por diversos autores con la ayuda de microelectrodos y análisis histológicos en roedores, nosotros realizamos el procedimiento mediante el uso de la prueba discriminativa triangular en humanos, la cual nos permitió que el participante brindara una percepción objetiva del estímulo del sabor que se le aplicó en las diferentes papilas gustativas. Por lo tanto, con nuestro estudio y pruebas realizadas, podemos determinar que lo establecido en referencia al mapa gustativo lingual descrito por la mayoría de la literatura es erróneo.

La mayoría de los investigadores del área, han realizado estudios con el empleo de roedores de laboratorio ya que poseen una anatomía lingual similar al humano, sin embargo, para nosotros el hecho de que se hayan realizado en roedores, no es un proceso fidedigno ya que puede haber características diferenciales que determinen un cambio entre la percepción de los roedores y la humana.

## 12. CONCLUSIONES

Las papilas fungiformes, foliadas y caliciformes, son capaces de percibir todos los sabores gracias a la presencia de los botones gustativos linguales que presentan estructuras especializadas para la detección y procesamiento de cada uno de los sabores, sin embargo, pueden haber variaciones con las cuales los botones gustativos captan con mayor o menor intensidad las modalidades gustativas básicas, dichas variaciones podrían ser ocasionadas por diferencias en el número, forma y/o tamaño de los botones gustativos linguales; daños producidos por factores mecánicos, químicos y/o térmicos, entre otros. Uno de nuestros objetivos específicos era crear una redistribución topográfica del mapa gustativo lingual clásico y conforme a la información recopilada, pruebas realizadas y resultados obtenidos, creamos una nueva distribución del mapa gustativo lingual, en él se representan las cinco modalidades gustativas y su área de percepción en la lengua.



Fuente: Elaboración propia.

*Ilustración 33.* Redistribución topográfica del mapa gustativo lingual de acuerdo a nuestro estudio.

El hecho de saber la información sobre las estructuras y mecanismos involucrados en el proceso gustativo es importante para el odontólogo ya que es información básica de la cual se debe tener conocimiento debido a los trastornos gustativos que se pueden presentar en los pacientes y por ende perjudicar su estado de salud, así como tener repercusión en diversas enfermedades como diabetes, hipertensión, trastornos nutricionales, etc.

### 13. RECOMENDACIONES

El epitelio gustativo está comprendido por diversas estructuras anatómicas como lo son la lengua, paladar blando y faringe, sin embargo, la lengua es el principal órgano gustativo, y al ser un elemento esencial para el sentido del gusto humano, existen teorías sobre la función real que ejercen las papilas gustativas en la codificación del gusto a través de la lengua, ya que la mayoría de las pruebas realizadas por diferentes investigadores del área han sido en roedores como las ratas y hámster, por lo que en esta investigación sólo nos enfocamos en dicha estructura debido a que no existen demasiados estudios *in vivo* en humanos, lo cual, al realizarlo en personas, nos ayudó a dar resultados más precisos sobre la percepción gustativa humana a través de las papilas gustativas linguales y su transducción de las cinco modalidades gustativas.

Con lo mencionado anteriormente, en este trabajo nos limitamos de agregar y describir información sobre la función del paladar blando y la faringe en el proceso del sentido del gusto, ya que estas estructuras tienen función secundaria en dicho proceso, siendo la lengua la que tiene la función principal debido a la cantidad de papilas gustativas presentes en ella.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

1. NIDCD. National Institute on Deafness and Other Communication Disorders. [Online].; 2017 [cited 2016 Enero 20. Available from: <https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/trastornos-del-gusto>.
2. Smith DV, Margolskee RF. El sentido del gusto. Investigación y Ciencia. 2005 Enero/marzo;(39): p. 65-71.
3. Breslin PAS. Human Taste: Peripheral Anatomy, Taste Transduction, and Coding. Advances in oto-rhino-laryngology. 2006 Febrero; 63.
4. Colorado Peralta R, Rivera JM. La química del sabor. Diario Xalapa. 2014 Agosto 19: p. 3E.
5. Sherman, Carl. The Dana Foundation. [Online].; 2018 [cited 2018 Marzo 07. Available from: [https://www.dana.org/uploadedFiles/BAW/Brain%20Brief\\_SmellandTaste\\_Spanish.pdf](https://www.dana.org/uploadedFiles/BAW/Brain%20Brief_SmellandTaste_Spanish.pdf).
6. Morales Puebla JM, Mingo Sánchez EM, Caro García Á. FISIOLOGÍA DEL GUSTO Capítulo 69. In Libro virtual de formación en ORL. Toledo: SEORL PCF; 2014. p. 1-8.
7. Rubio Navarro L, Torrero C, Regalado M, Salas M. Desarrollo de la discriminación a los sabores. Neurobiología. 2013 Junio; 4(7): p. 1-13.

8. Breslin PAS. National Center for Biotechnology Information. [Online].; 2013 [cited 2018 Febrero 23. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23660364>.
9. Chávez Oseki H, Vega Galina VJ, Sierra Arango D, Ramírez Florentino S, Hernández Miramontes Y. Fisiología del gusto. oral. 2010 Septiembre; 11(35): p. 625-631.
- 10 Collings V. Human taste response as a function of locus of stimulation. . Perception & Psychophysics. 1974 Marzo; 16(1): p. 169-174.
- 11 Kimura K, Beidler LM. Microelectrode study of taste receptors of rat and . hamster. Journal of Cellular Physiology. 1961 Octubre; 58(2): p. 131-139.
- 12 Fuentes A, Fresno MJ, Santander H, Valenzuela S, Gutiérrez MF, Miralles R. . Sensopercepción Gustativa: una Revisión. Int. J. Odontostomat. 2010 Abril; 4(2): p. 161-168.
- 13 Miranda Saucedo MI. El sabor de los recuerdos: Formación de la memoria . gustativa. Revista Digital Universitaria. 2011 Marzo; 12(3): p. 1-14.
- 14 Ingeniería Electrónica, Universidad Politécnica de Madrid. scribd. [Online].; . 2014 [cited 2018 Febrero 8. Available from: <https://es.scribd.com/document/64612111/INSN0506-TemaEIOfatoYEIGusto-JMG-v29-1>.
- 15 Martínez Álvarez OL, Román Morales MO. Redalyc. [Online].; 2002 [cited 2016 . Agosto 21. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169818118002>.

- 16 Chandrashekar J, Hoon MA, Ryba NJ, Zuker CS. The receptors and cells for mammalian taste. *Nature*. 2006 Noviembre; 444: p. 288-294.
- 17 Binder MD, Hirokawa N, Windhorst U. *Encyclopedia of Neuroscience*. 2009th ed. Springer , editor. Heidelberg: Springer; 2009.
- 18 Yang R, Dzowo YK, Wilson CE, Russell RL, Kidd GJ, Salcedo E, et al. *bioRxiv*. [Online].; 2019 [cited 2019 07 24. Available from: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/610410v1.full>.
- 19 Bachmanov AA, Beauchamp GK. National Center for Biotechnology Information. [Online].; 2009 [cited 2019 07 26. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2721271/>.
- 20 Weizmann Institute of Science. GeneCards HUMAN GENE DATABASE. [Online].; 2019 [cited 2019 07 26. Available from: <https://www.genecards.org/cgi-bin/carddisp.pl?gene=TAS1R1&keywords=TR1>.
- 21 Weizmann Institute of Science. GeneCards HUMAN GENE DATABASE. [Online].; 2019 [cited 2019 07 26. Available from: <https://www.genecards.org/cgi-bin/carddisp.pl?gene=TAS1R2&keywords=TAS1R2>.
- 22 Weizmann Institute of Science. GeneCards HUMAN GENE DATABASE. [Online].; 2019 [cited 2019 07 26. Available from: <https://www.genecards.org/cgi-bin/carddisp.pl?gene=TAS1R3&keywords=TAS1R3>.

- 23 Weizmann Institute of Science. GeneCards HUMAN GENE DATABASE. [Online].; 2019 [cited 2019 07 26. Available from: <https://www.genecards.org/cgi-bin/carddisp.pl?gene=TAS2R1&keywords=TAS2R1>.
- 24 Weizmann Institute of Science. GeneCards HUMAN GENE DATABASE. [Online].; 2019 [cited 2019 07 26. Available from: <https://www.genecards.org/cgi-bin/carddisp.pl?gene=TAS2R3&keywords=TAS2R3>.
- 25 Larousse Cocina. Larousse Cocina. [Online].; 2019 [cited 2019 05 12. Available from: <https://laroussecocina.mx/palabra/sabor/>.
- 26 González Carnero J, de la Montaña Miguélez J, Míguez Bernárdez M. Estudio de la percepción de sabores dulce y salado en diferentes grupos. Nutricion Hospitalaria. 2002 Abril; XVII(5): p. 256-258.
- 27 Marks LE, Elgart BZ, Burger K, Chakwin EM. NIH. [Online].; 2008 [cited 2016 Junio 15. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2600858/>.
- 28 López Ortiz NC. El gusto por el sabor salado. Perspect Nutr Humana. 2014 Marzo; 16(1): p. 99-109.
- 29 Feher J. ScienceDirect. [Online].; 2012 [cited 2019 06 21. Available from: <https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/trpm5>.
- 30 Felten DL, Shetty AL. Atlas de Neurociencia. 2nd ed. SL EE, editor. Barcelona: ELSEVIER MASSON; 2010.

- 31 Real Academia Española. RAE. [Online].; 2017 [cited 2018 Marzo 07. Available from: <http://dle.rae.es/srv/fetch?id=Juk3i3t>.
- 32 NIDCD. Trastornos del gusto. Información para pacientes. Bethesda, Maryland: Instituto Nacional de la Sordera y Otros Trastornos de la Comunicación, DEPARTAMENTO DE SALUD Y SERVICIOS HUMANOS DE LOS EE. UU.; 2013. Report No.: 09-3231A.
- 33 Porta Etessam , De Haro J, López Mascaraque L, Casademunt J. BBVA. [Online].; 2013 [cited 2019 02 17. Available from: <https://www.bbva.com/es/elsentidodelcacao/global/pdf/CasaCacao-ESP.pdf>.
- 34 Martiáñez Rodríguez J, Herrero Huerta E. Oligoelementos y percepción sensorial. Nutrición Hospitalaria. 2011 Mayo; 4(2): p. 2-13.
- 35 Rando Matos Y, Pacheco SR. Cacogeusia e ingesta de piñones. SEMERGEN. 2018 Julio - Agosto; 44(5).
- 36 Cárdenas Carrión BM. Construcciones Culturales del sabor: comida rarámuri. Anales de Antropología. 2014 Enero; 48(1).

## 15. APÉNDICES Y/O ANEXOS



### INVESTIGACIÓN CLÍNICA



### PERCEPCIÓN REAL GUSTATIVA A TRAVÉS DE LA TRANSDUCCIÓN DE LAS PAPILAS GUSTATIVAS LINGUALES

#### INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE

**SUSTENTANTES:** Rosiles Vázquez Yabir; Vázquez Díaz G. Stefany.

**SEDE:** Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Clínica \_\_\_\_\_

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Mediante la presente, usted es invitado a participar en un estudio de investigación odontológica, antes de decidir si participa o no en este proyecto, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado, siéntase con absoluta libertad de preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas.

Una vez que haya comprendido el estudio, si usted desea participar se le pedirá firme esta forma de consentimiento.

**Propósito del estudio:** Comprobar la percepción real de las cinco cualidades gustativas: ácido, amargo, dulce, salado y umami mediante la estimulación directa de las papilas gustativas por medio de la aplicación de sustancias naturales como lo son los alimentos: sal, limón, café, azúcar y glutamato monosódico, para de esta forma crear un antecedente nacional con estudio clínico en humanos.

**Procedimiento:** Durante cada prueba se aplicará, de forma separada, una gota de: sal, café, limón, azúcar y glutamato monosódico como estimulantes para cada sabor, al detectarlo, usted tendrá que indicarnos con qué intensidad lo percibe del 1 al 5 (siendo el 1 poca percepción y el 5 alta percepción), se tomarán fotos en el área de la lengua donde se aplicarán los estimulantes, las cuales podrían ser utilizadas para la reproducción y exhibición en formato impreso y electrónico de la tesis, enseguida enjuagará su boca exhaustivamente con agua purificada para que posteriormente sea colocado el siguiente estimulante, este procedimiento se repetirá hasta completar los 5 sabores.

#### **Selección de participantes:**

##### **Criterios de inclusión:**

- ✓ Valoración integral.
- ✓ Participantes que actualmente no tengan una enfermedad activa (gripe).
- ✓ Participantes de 20-60 años.
- ✓ Participantes aparentemente sanos.
- ✓ Participantes que no sean alérgicos a algún componente en uso.

##### **Criterios de exclusión:**

- ⊗ Fumadores.
- ⊗ Portadores de piercings.
- ⊗ Alcohólicos.
- ⊗ Participantes con alteraciones gustativas o linguales.

El presente estudio es estrictamente voluntario y NO quirúrgico, usted puede abandonar el estudio en cualquier momento que lo desee sin ningún tipo de sanción o represalias; no representa ningún tipo de riesgo para la integridad de los participantes, sin embargo, podría causar reflejo nauseoso en algunos participantes y/o alergia a alguno de los componentes; no habrá compensación económica por su participación. El estudio consta de máximo 10 minutos por participante.

### Valoración integral de inclusión o exclusión

Fecha:	
Sexo:	
No. Folio:	
Edad:	
Alergia(s):	
Enfermedad activa/sistémica:	
Alcoholismo:	
Tabaquismo:	
Piercing(s):	
Drogas:	
Problema gustativo o lingual:	
Otro(s)	

Yo No. \_\_\_\_\_, alumno(a); profesor(a); trabajador(a) [circular uno u otro] de \_\_\_\_\_ años de edad, **ACEPTO** de manera voluntaria que se me incluya como sujeto de estudio en el proyecto de investigación denominado: **PERCEPCIÓN REAL GUSTATIVA A TRAVÉS DE LA TRANSDUCCIÓN DE LAS PAPILAS GUSTATIVAS LINGUALES**, luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto y en el entendido de que:

- Mi participación como alumno no repercutirá en mis actividades ni evaluaciones programadas en el curso; en mi condición de profesor o trabajador, no repercutirá en mis relaciones con mi institución de adscripción.
- No habrá ninguna sanción para mí en caso de no aceptar la invitación.
- No haré ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por la participación.
- Apruebo la toma de fotografías de mi lengua, teniendo en cuenta que se protegerá mi identidad.
- Se guardará estricta confidencialidad sobre mi identidad con un número de Clave.

\_\_\_\_\_  
FIRMA PARTICIPANTE

\_\_\_\_\_  
FIRMA SUSTENTANTES

\_\_\_\_\_  
FIRMA ASESOR(A)

Fuente: Elaboración propia.

*Ilustración 34. Consentimiento informado.*

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



DIFERENCIAL SEMÁNTICO DE OSGOOD

Fecha: \_\_\_\_\_

*No. 001*

Nombre del sabor:						
- Poca percepción	1	2	3	4	5	+ Alta percepción
Nombre del sabor:						
- Poca percepción	1	2	3	4	5	+ Alta percepción
Nombre del sabor:						
- Poca percepción	1	2	3	4	5	+ Alta percepción
Nombre del sabor:						
- Poca percepción	1	2	3	4	5	+ Alta percepción
Nombre del sabor:						
- Poca percepción	1	2	3	4	5	+ Alta percepción

\_\_\_\_\_  
FIRMA PARTICIPANTE

\_\_\_\_\_  
FIRMA SUSTENTANTES

\_\_\_\_\_  
FIRMA ASESOR(A)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Escala de Osgood.

## **Apartado de Abreviaturas**

- ATP: Adenosín trifosfato es una molécula necesaria para intercambio de energía celular.
- TASR: proteínas que actúan como quimiorreceptor encargada de la recepción del sabor.
- TAS1R: Grupo de proteínas derivado de TASR que intervienen en la función gustativa.
- TAS2R: Grupo de proteínas derivado de TASR que intervienen en la función gustativa.
- Da: Dalton, unidad de masa atómica.
- Ca<sup>++</sup>: Iones de calcio.
- K<sup>+</sup>: Iones de potasio.
- H<sup>+</sup>: Iones de hidrogeno.
- Na<sup>+</sup>: Iones de sodio.
- Gustoducina: Tipo de proteína G unida a la parte interna de distintos tipos de receptores de superficie.
- PROTEINA G: Proteínas transportadoras de información de muchas hormonas a través de la membrana plasmática.
- Adenilato ciclasa: Tipo de proteína G.
- Transducina: Tipo de proteína G unida a la parte interna de distintos tipos de receptores de superficie.
- AMPc o cAMP: Monofosfato de adenosina cíclico es una molécula que actúa como segundo mensajero involucrado en la transcripción de genes que median la progresión del ciclo celular.
- Quinasa: Proteínas reguladoras del estado de fosforilación de proteínas intracelulares.
- PLC: Fosfolipasa C.

- PIP<sub>2</sub>: Fosfatidilinositol-4,5-bisfosfato.
- IP<sub>3</sub>: Inositol-trifosfato.
- GMS: Glutamato monosódico.