



V Curso de Divulgación
Los Avances de la Química y su Impacto en la Sociedad

Conferencia

¿Con cuántos sentidos comemos?

M^a Teresa Villalba

Universidad Complutense de Madrid

Jueves, 3 de marzo de 2016, 18:00
Salón de Actos
Centro de Química Orgánica (CENQUIOR-CSIC)
c/ Juan de la Cierva 3, 28006 Madrid

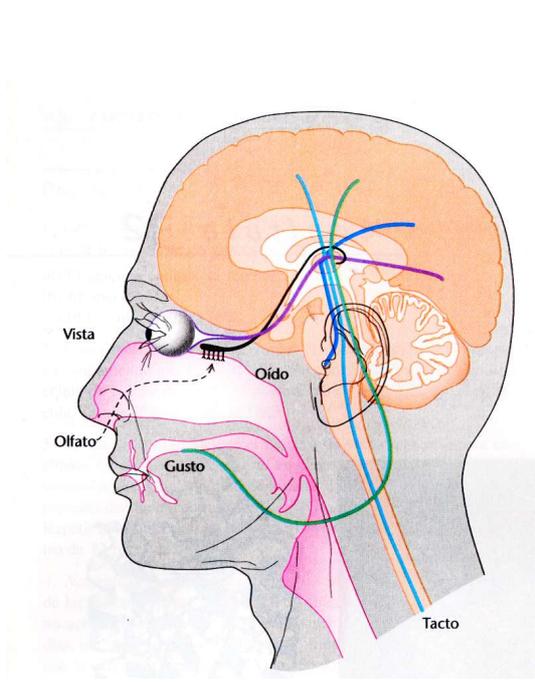
Información:
<http://www.losavancesdelaquimica.com/>



¡Qué pinta!
¡Qué textura!
¡Qué aroma!
¡Qué sabor!
¡Qué crujiente!



¿Cómo detectamos las señales externas que nos rodean?



Sentido

Estímulo

Órgano sensorial

Oído

Escala lineal de frecuencias

Vista

Escala lineal de color

Olfato

Miles de diferentes olores

Citral; Eugenol; Geranyl acetate
Terpinolene; Linalool; Nonan-2-ol
2-Phenylethanol; Pulegol; Menthol
Menthone; Verbenone; Citronellol
Heptan-1-ol; Benzaldehyde; Octan-3-ol
Caproaldehyde; Sotolon; Camphor
Hexyl acetate; Benzyl acetate
Hexyl acetate; Benzyl acetate
Hexyl acetate; Benzyl acetate

Gusto

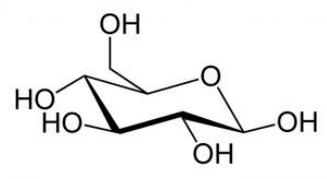
Unos pocos sabores

salado, dulce, amargo, ácido, umami

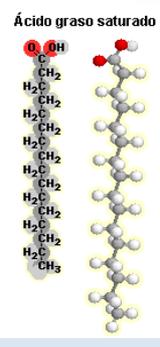
¿Qué detectamos en los alimentos?

¿Supervivencia, nutrientes o placer?

APORTE NUTRITIVO



Hidratos de carbono



Ácidos grasos

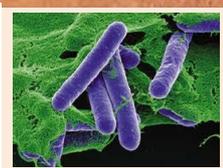
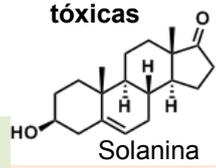


ALERTA

Parásitos



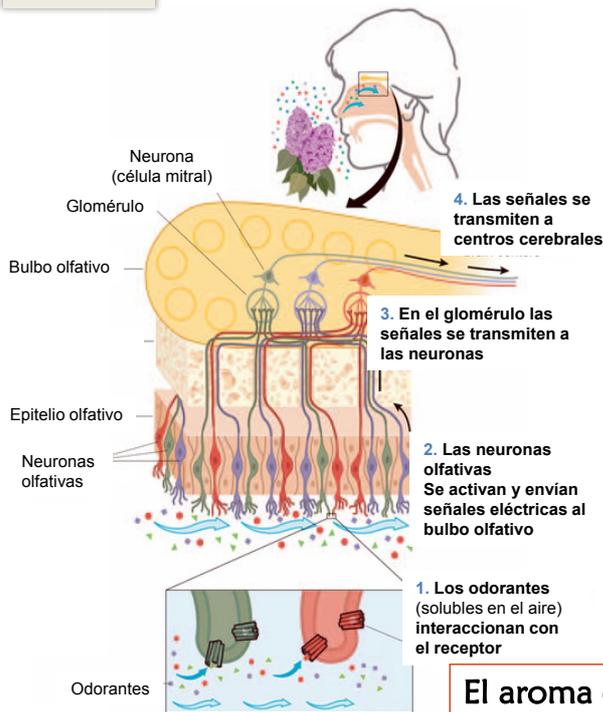
Sustancias tóxicas



COMER ES UN PLACER

Gusto y olfato van ligados para saborear las comidas

El Olfato

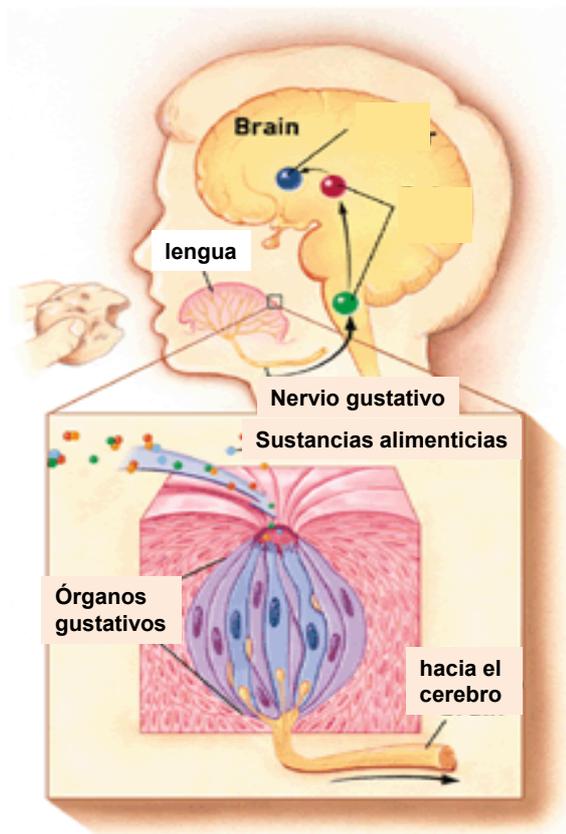


"Por sus descubrimientos de receptores olfativos y la organización del sistema olfativo." Linda B. Buck y Richard Axel (Premio Nobel de Medicina en 2004)

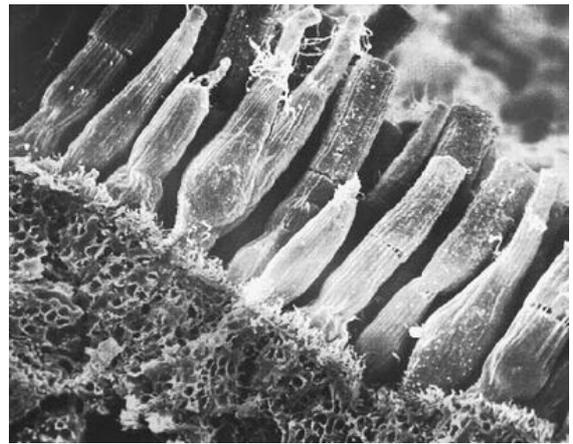
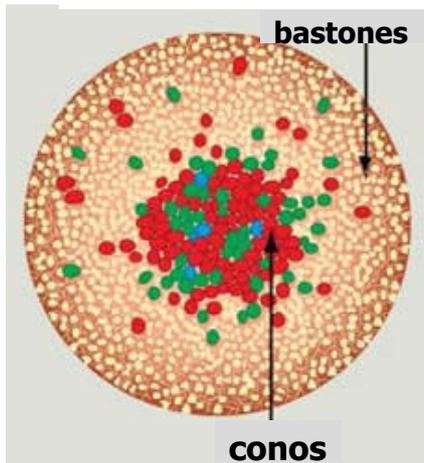
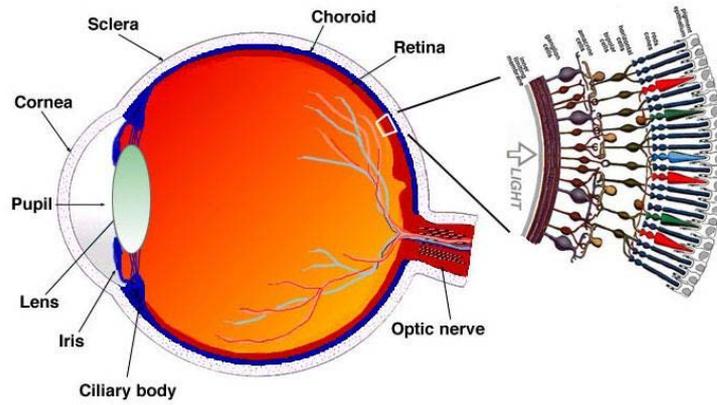
El aroma es la clave del sabor



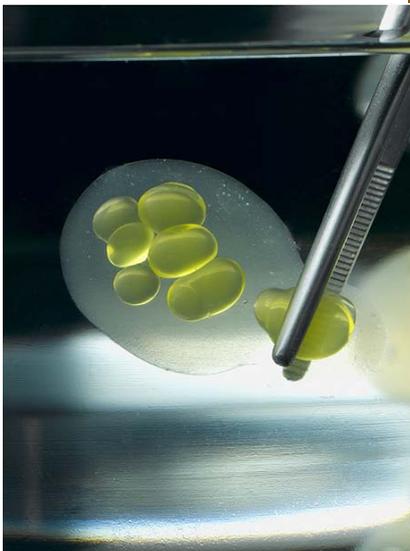
¿y cómo detectamos los sabores?



¿Cómo funciona la vista?



Pero a veces la vista...





Existe un componente cultural que afecta a los sentidos y en especial la vista porque si uno cierra los ojos.....



Película: DEL REVÉS ("Inside out")



Película en USA:
Brócoli



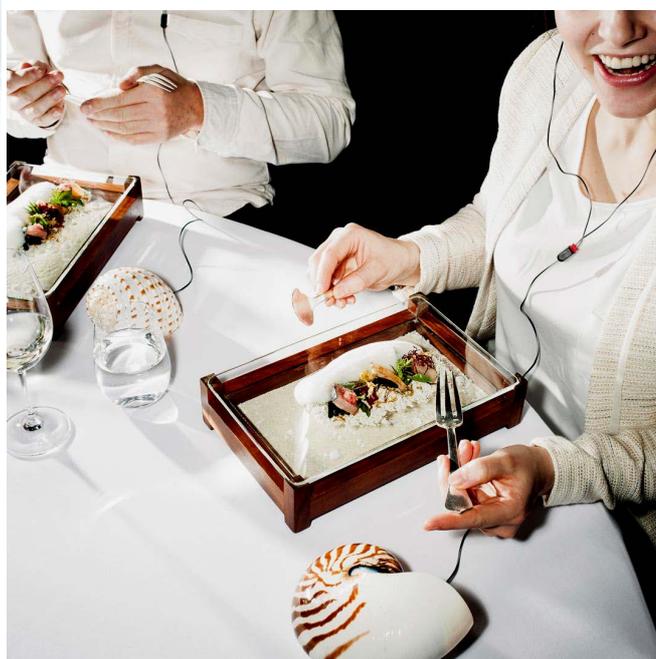
Película en Japón:
Pimiento verde



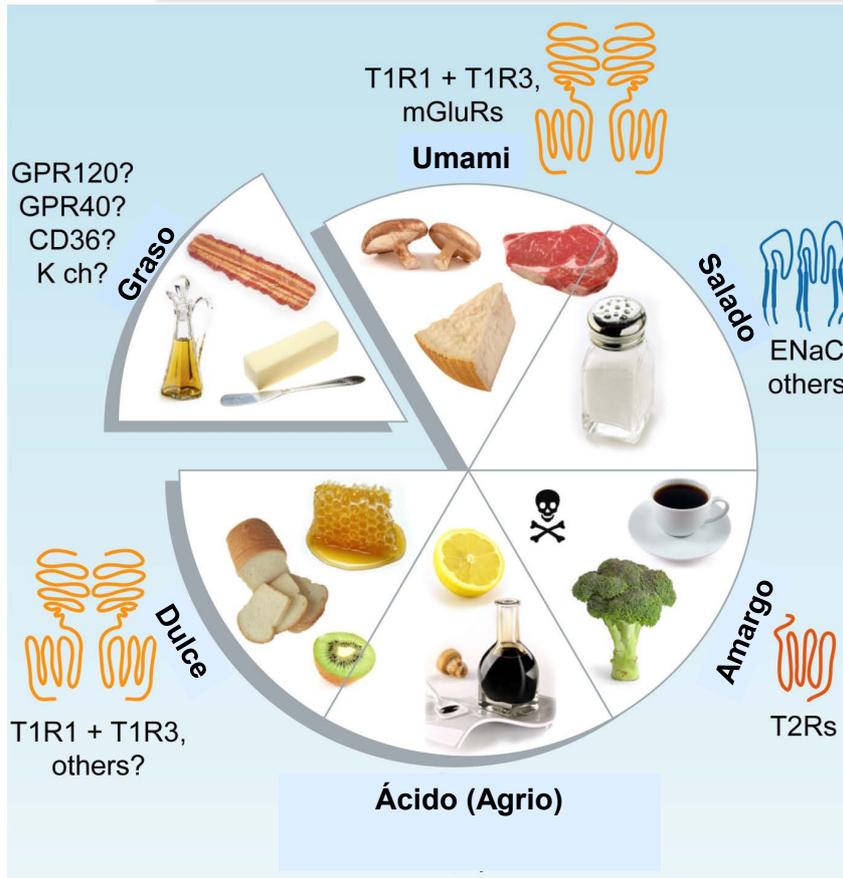
La vista, el olfato y el gusto son detectores de comida en mal estado o poco madura



Pero también **el oído** interviene



¿Cuántos sabores primarios hay?



Tres para **nutrientes**
(atractivos) y dos para
sustancias tóxicas
(aversivos)

y...

graso

picante

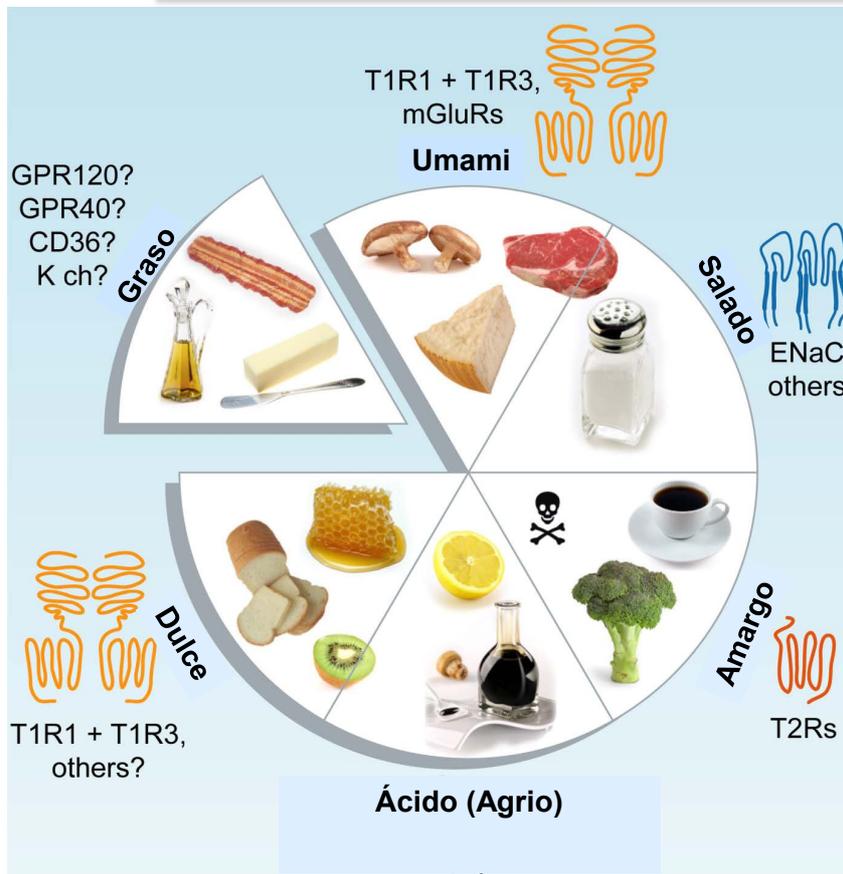
metálico

carbonatado

astringente

kokumi.....

¿Cuántos sabores primarios hay?



Tres para **nutrientes**
(atractivos) y dos para
sustancias tóxicas
(aversivos)

y...

graso

picante

metálico

carbonatado

astringente

kokumi.....

¿Qué es el sabor **UMAMI**?



Kikunae Ikeda (1908)



Alga KOMBU

ACCIONES SINÉRGICAS

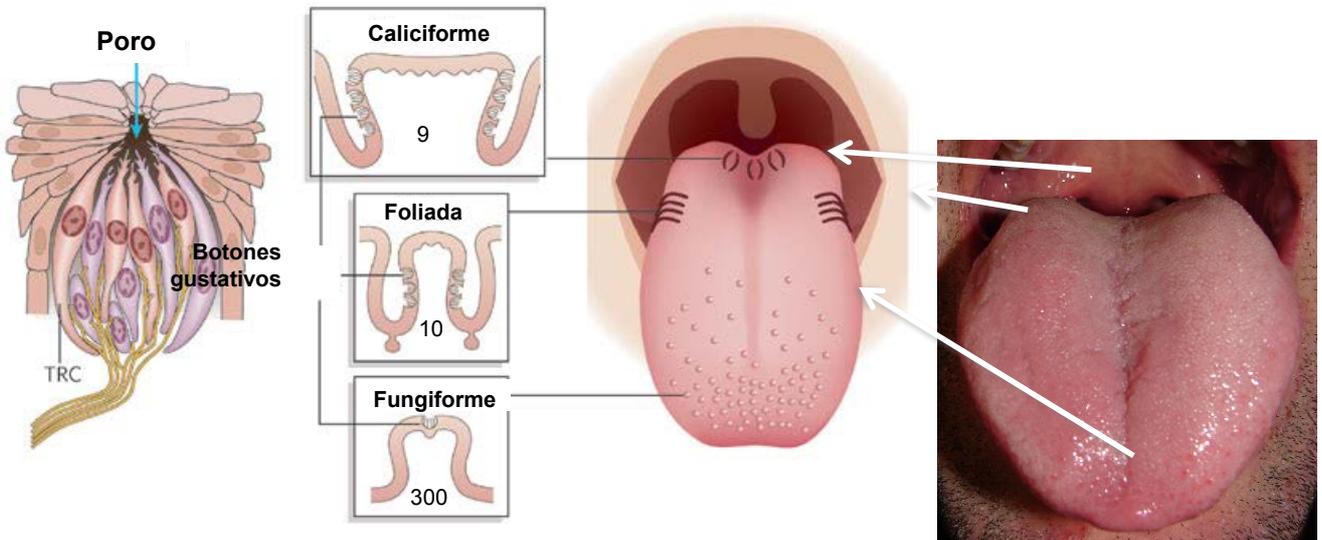
Ligandos: **AMINOÁCIDOS (Glutamato)**
Potenciadores: **IMP y GMP**

UMAMI
«delicioso sabor»

El UMAMI parece ser el sabor más primitivo

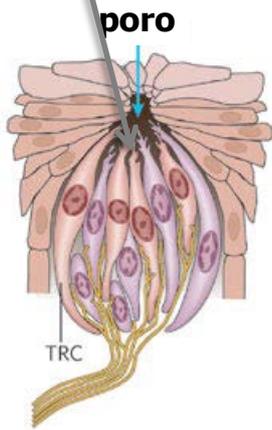
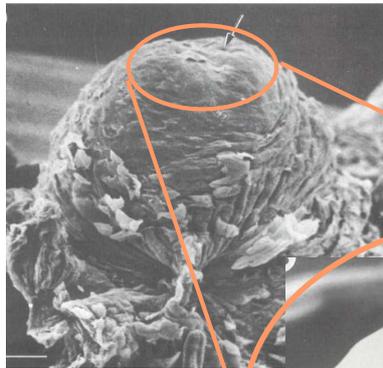


¿Existen varios **tipos de papilas**?



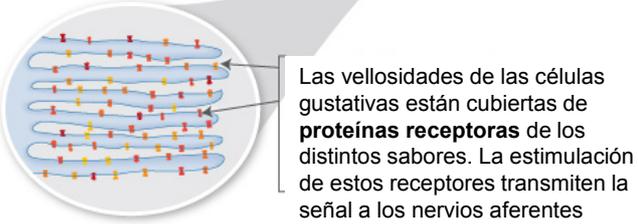
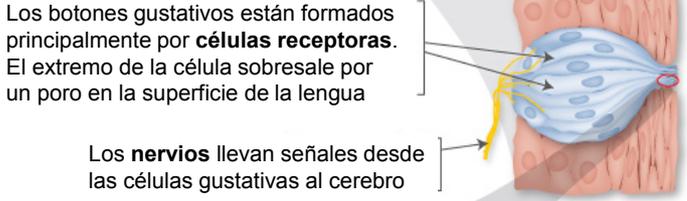
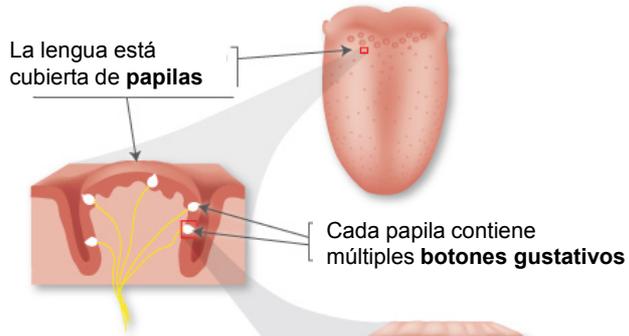


Órgano del gusto: Botones gustativos



Poro gustativo

Vamos a estudiar la fisiología del gusto



¿Comer = Placer?

¿Origina la comida adicción?

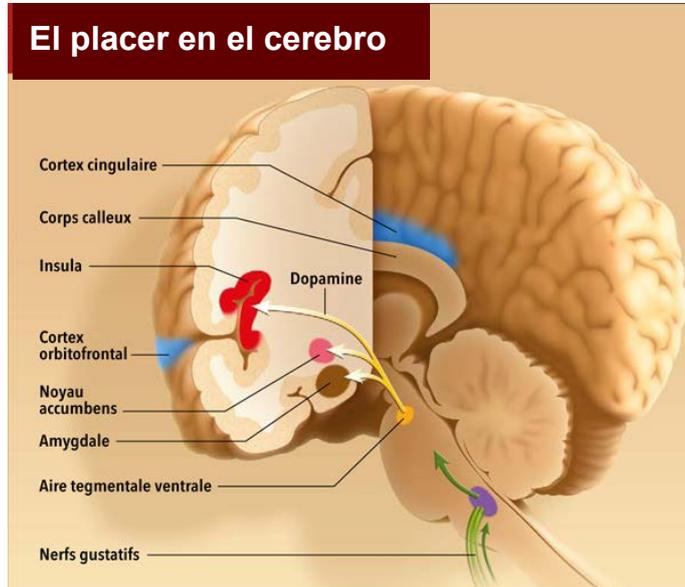
Núcleo Accumbens
Amígdala
Ínsula



CIRCUITO DEL PLACER Y LA RECOMPENSA



Liberación Dopamina



¿Cómo interviene el tacto en la comida?



Las papilas filiformes cubren la superficie de la lengua y detectan la textura

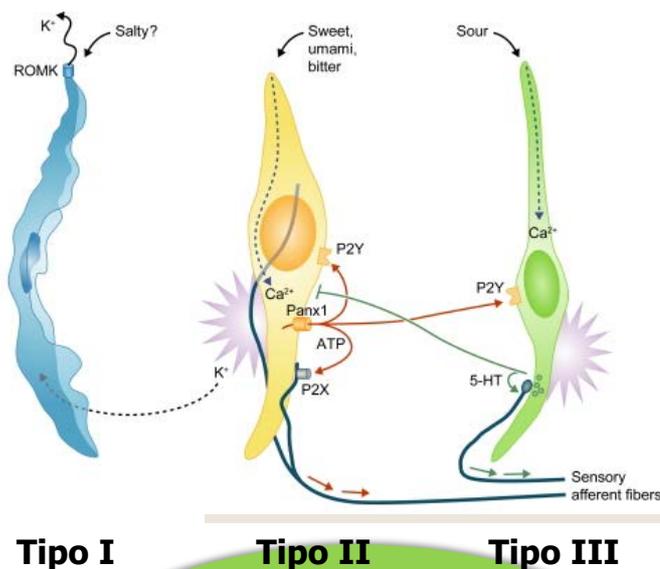
¿Existe un “mapa lingual” de los sabores en la lengua?

Mapa lingual de 1901

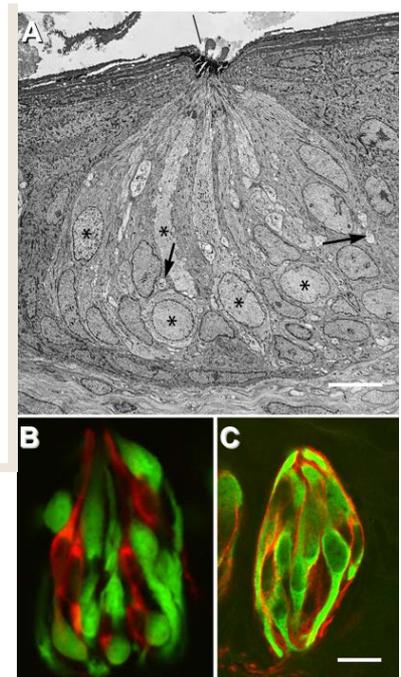


En toda la superficie de la lengua se detectan todos los sabores aunque con ciertas diferencias

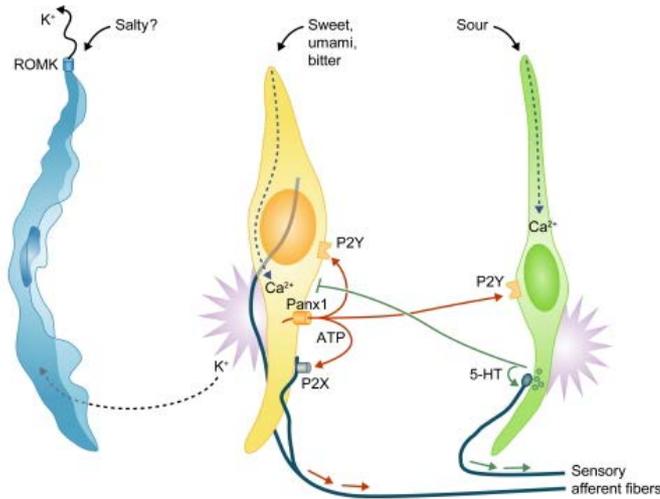
Las células de los sentidos son, en general, **neuronas**



¡Se regeneran cada 15 días o cuando se dañan!



Las células de los sentidos son, en general, **neuronas**

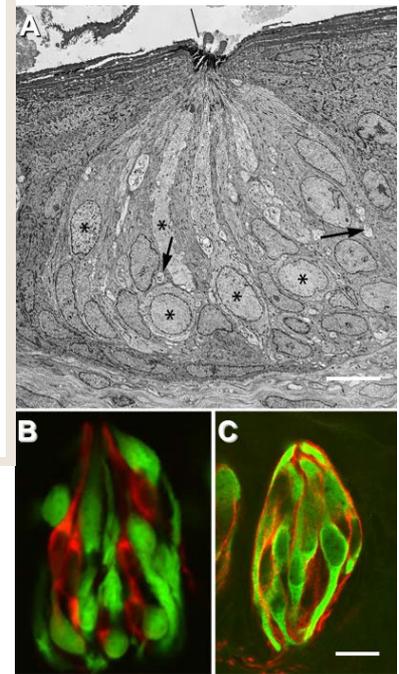


Tipo I

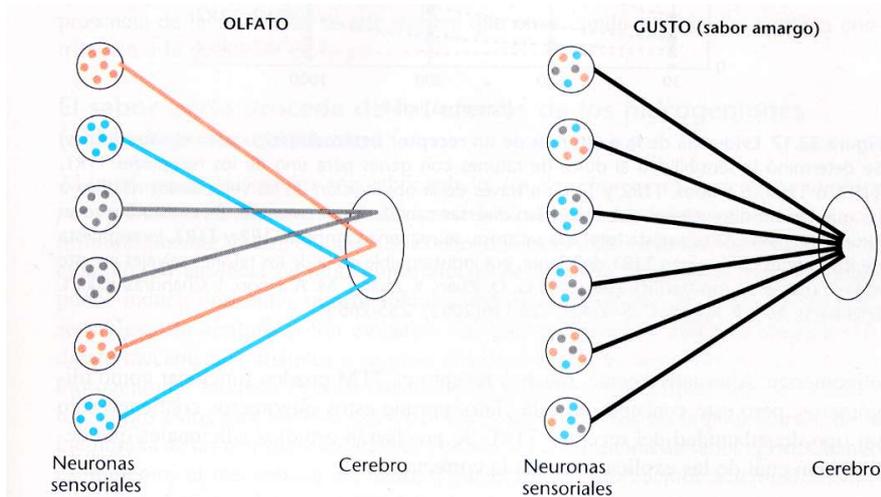
Tipo II

Tipo III

¡Se regeneran cada 15 días o cuando se dañan!



¿Es la percepción olfativa más rica que la gustativa?



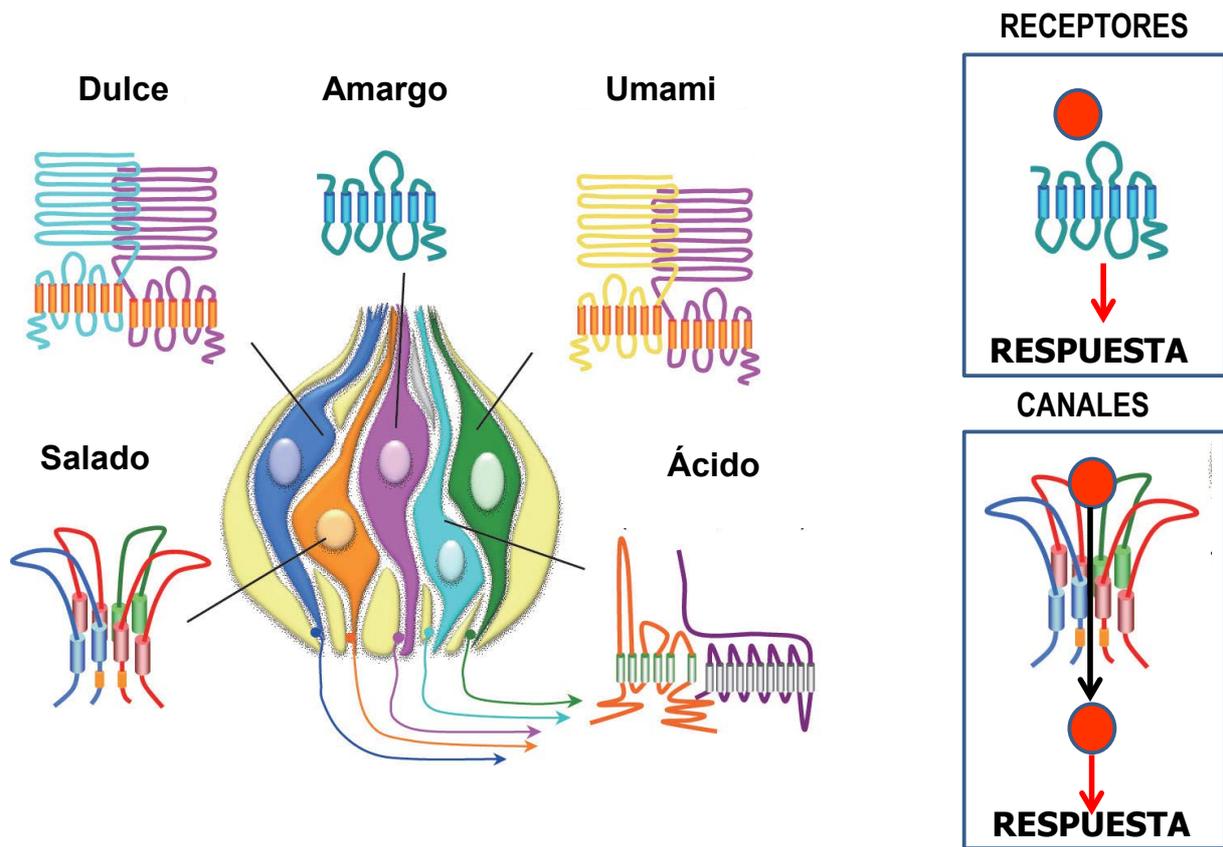
Muchos más neuronas sensoriales olfativas que gustativas

Con el gusto detectamos cinco sabores primarios y con el olfato, los refinamos

Mango, vainilla, canela, menta

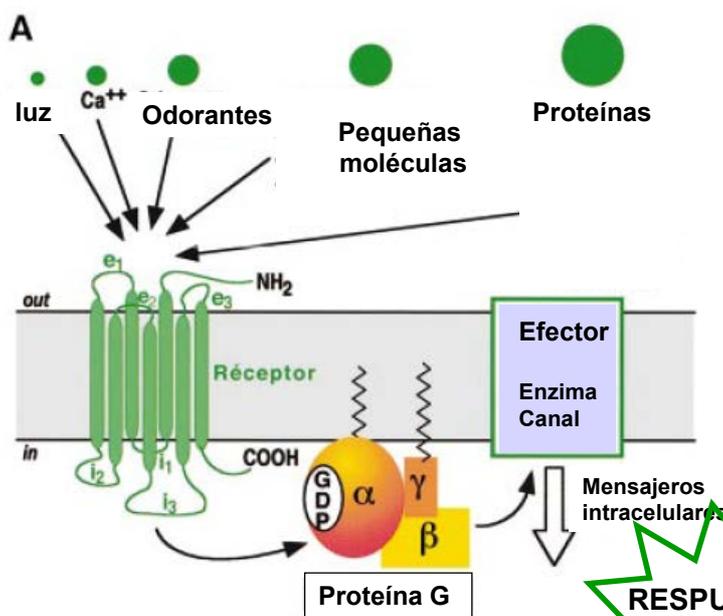
Dulce, salado, amargo, ácido, umami

¿Qué estructuras moleculares reconocen los distintos sabores?



Los receptores GPCR median las respuestas de múltiples señales

“Cada oveja con su pareja”

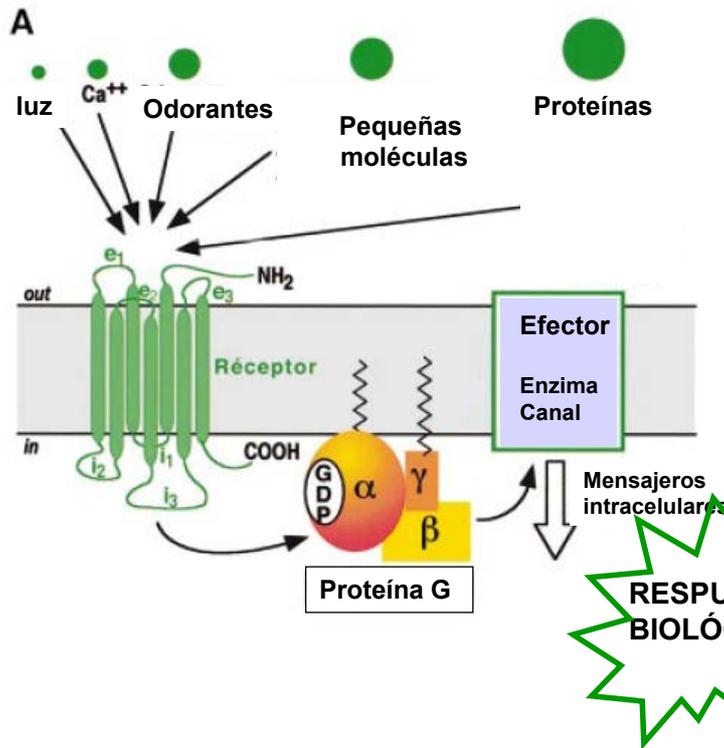


PREMIO NOBEL DE 2012



Los receptores GPCR median las respuestas de múltiples señales

“Cada oveja con su pareja”



PREMIO NOBEL DE 2012



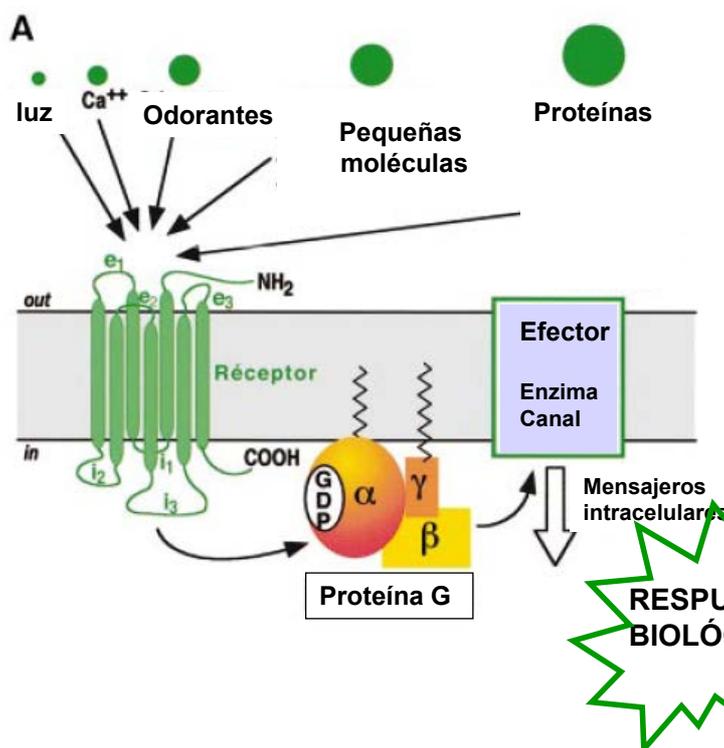
Robert J. Lefkowitz



Brian K. Kobilka

Los receptores GPCR median las respuestas de múltiples señales

“Cada oveja con su pareja”



PREMIO NOBEL DE 2012

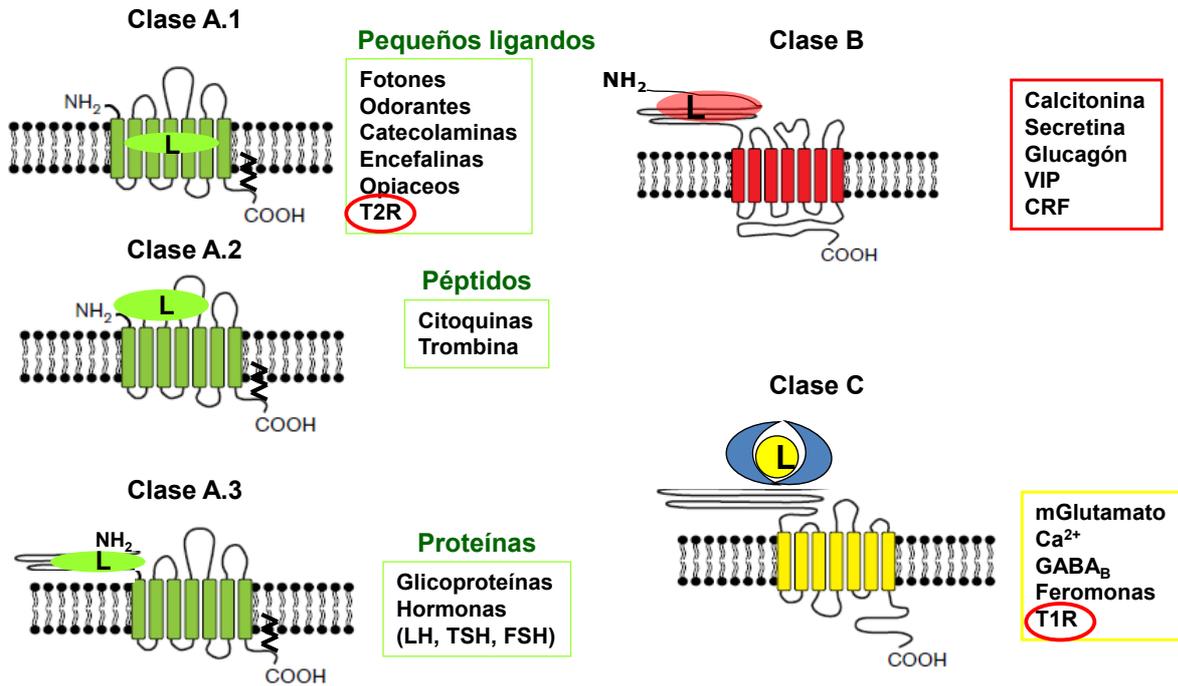


Robert J. Lefkowitz



Brian K. Kobilka

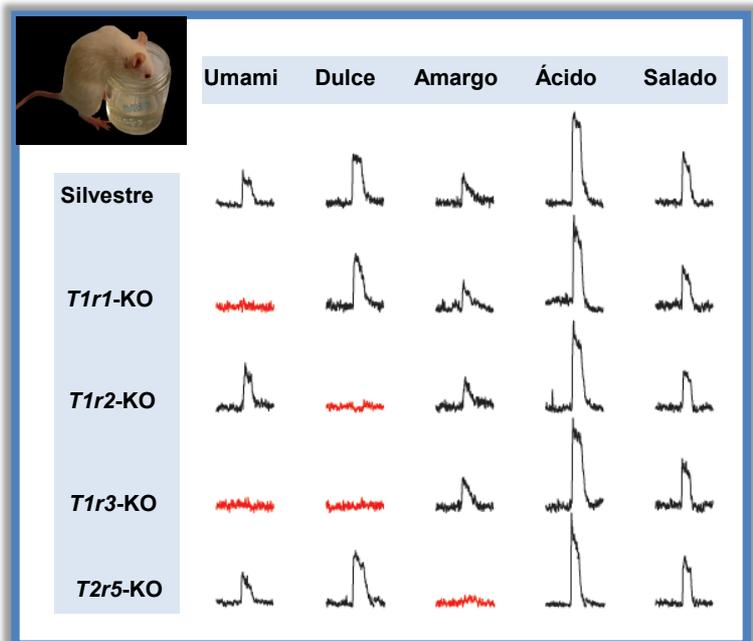
¿A qué clase de GPCR pertenecen los receptores del gusto?



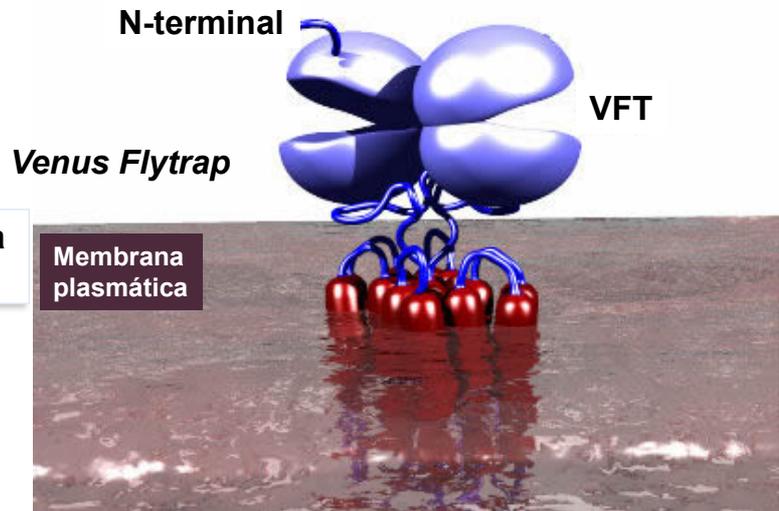
Kawasawa et al. *Genome Res* (2010) 13:1466-77

Asociación de sabores con receptores GCPR

- ➔ Perfiles de expresión: T2R, T1R1, T1R2, T1R3
- ➔ Generación de ratones transgénicos



Estructuras de los receptores de sabores dulces y umami



AJUSTE INDUCIDO por la unión del ligando

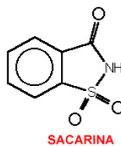


Ligando

Zhang F et al. PNAS (2010) 107:4752-4757

¿Sólo un receptor para el **sabor dulce**?

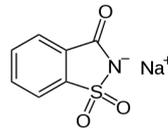
¿Cómo un receptor único es capaz de responder a señales tan variadas?



Constantin Fahlberg. 1885

Clases	Subclases	Ejemplos
Carbohidratos		<p>Dextrosa Lactosa Inulina</p>
Péptidos y proteínas		<p>Triptófano Curculina</p>
Pequeñas moléculas Edulcorantes naturales y sintéticos		<p>Acesulfame-K Sorbitol Aspartamen</p> <p>Alitame Cumarina</p> <p>Ácido ciclámico Dulcina Neohesperidina Perillartina Sacarina</p>

Base de datos SuperSweet (8000 sustancias dulces)

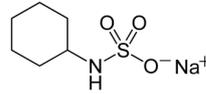


**1879 SACARINA
(400x)**

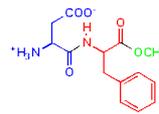
¡¡En busca del endulzante perfecto!!



**1931 STEVIA
(350x)**



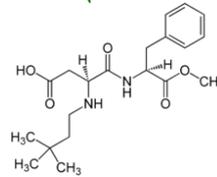
**1937 CICLAMATO
(30x)**



**1965 ASPARTAMENO
(200x)**



**1972 TAUMATINA
(100.000x)**



**1996 NEOTAME
(8000x)**

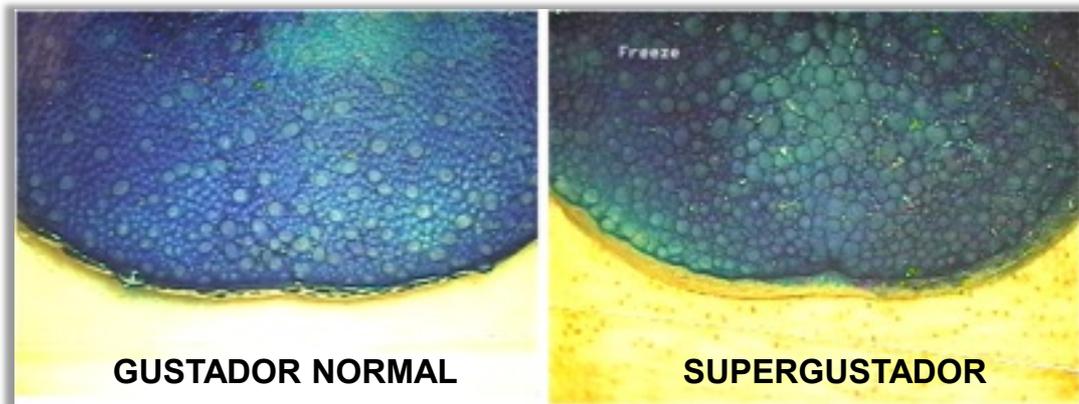
SUSTANCIAS AMARGAS NATURALES

SUSTANCIAS AMARGAS SINTÉTICAS

Natural Bitter Substances: Estricnina, Cafeína, Colchicina, Absintina, Limonina, Coumarina, Arborescina, Papaverina, Emetina, Aloína, Naringina, Quinina, Ciclamato, Caprolactamo, Propiltiouracilo.

Synthetic Bitter Substances: Acesulfame K, Denatonio, Benzamida, Feniltiocarbamida, Cloroquina, Famotidina, Sacarina.

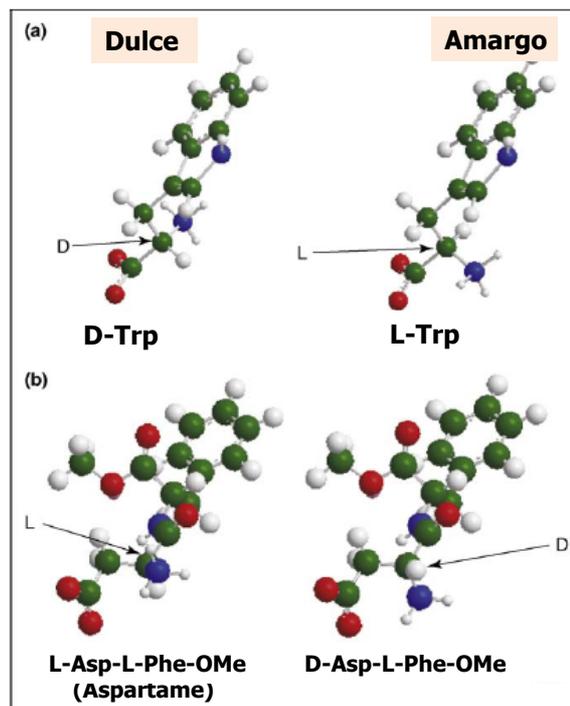
La sensibilidad a los olores y sabores ¿se educa o es genético?



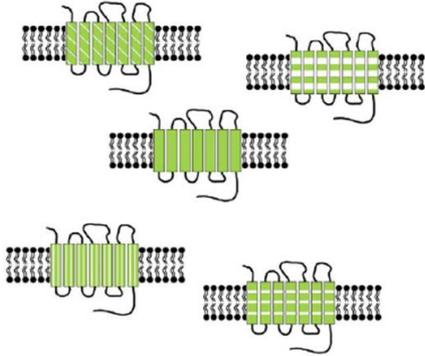
SUPERGUSTADORES
GUSTADORES NORMALES
NO GUSTADORES

AGEUSIA : pérdida del gusto
ANOSMIA: pérdida del olfato

Una mínima diferencia estructural puede cambiar el sabor



¿Muchos receptores para el **sabor amargo**?



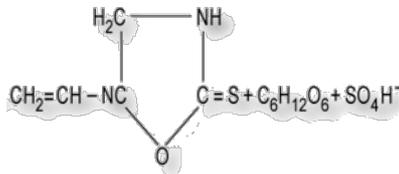
Muchos receptores, pero ¿por qué en humanos 30 y en un pollo sólo 3?

Detectamos cantidades muy pequeñas en comparación con los sabores dulce y umami

Antioxidantes



Cafeína



Goitrina



Genética y evolución del gusto: preferencias dietéticas y hábitos alimenticios

“SI NO LO NECESITAS POR TU DIETA, LO PIERDES”

La diversidad de receptores depende del tipo de alimentación: **muy limitada = pocos o ninguno** o **variada = muchos**

El probar comidas nuevas entraña sus riesgos y la naturaleza nos protege contra ellos



Los gatos y otros felinos, han perdido el sentido del sabor dulce

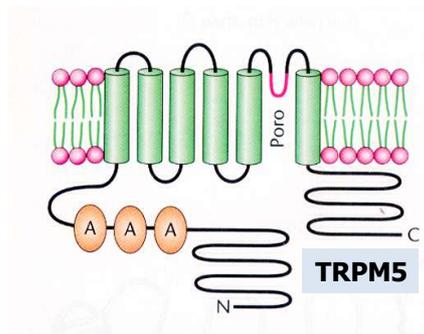
Los osos panda no tiene el sabor umami

Los delfines no detectan ni el umami ni el amargo

Los roedores no perciben ni proteínas dulces, ni edulcorantes



Un canal que se activa por la temperatura



Transducción de la señal gustativa

1 Una molécula de SACAROSA se une al receptor T1R2-T1R3

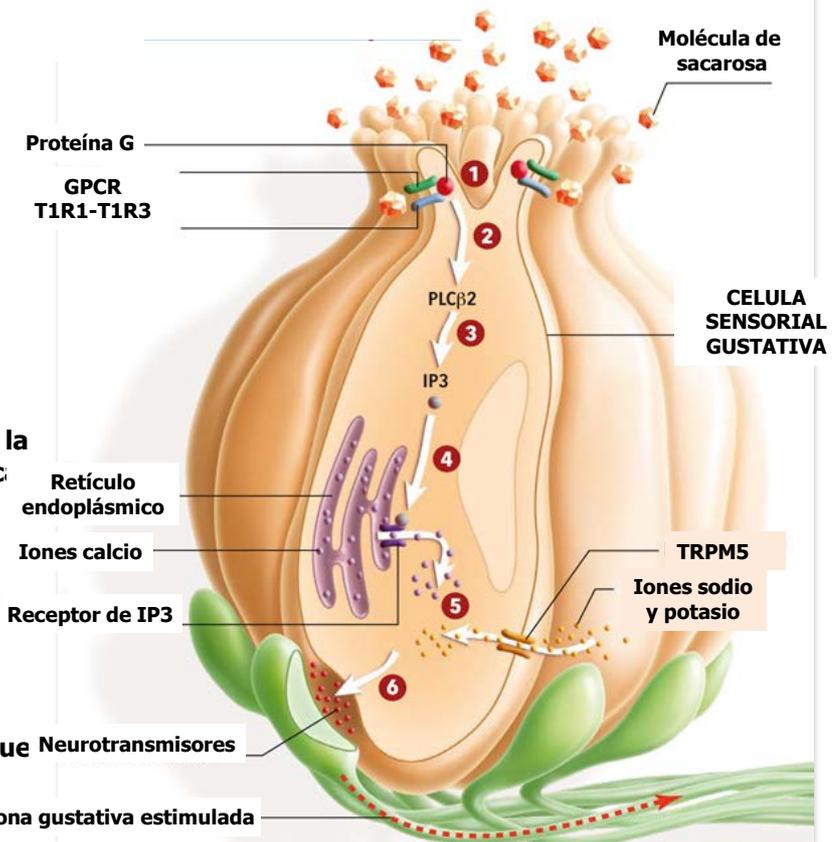
2 Se activa la proteína G acoplada y posteriormente la PLC β 2

3 La acción de la enzima origina la producción de IP3

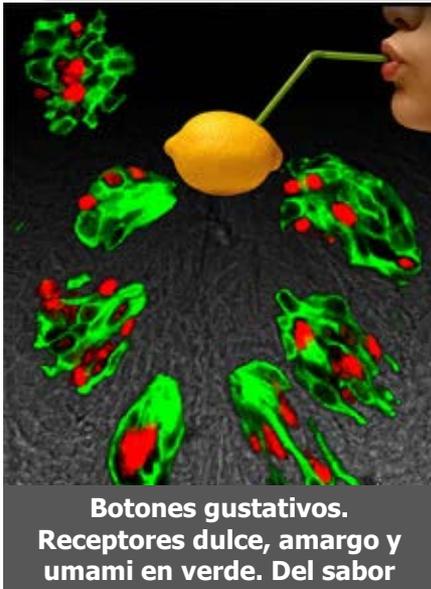
4 El IP3 se une a una proteína de la membrana de RE, lo que provoca la salida de iones calcio

5 Estos abren un canal TRPM5 de la membrana que permite el paso de iones K⁺ y Na⁺ al interior de la célula

6 Se liberan neurotransmisores que estimulan la neurona gustativa



¿También receptores para sabores ácido y salado



Botones gustativos.
Receptores dulce, amargo y umami en verde. Del sabor

Se expresan en células separadas

Sabor ácido: H^+

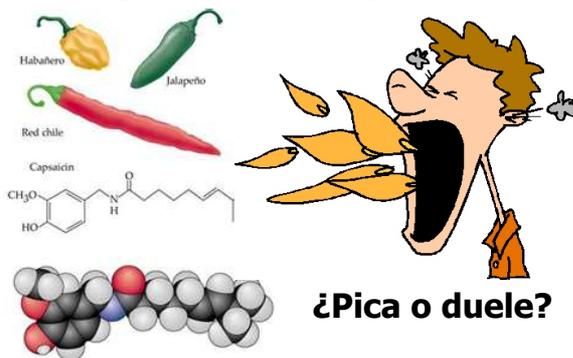
Sabor salado: Na^+



Un exceso de sal lo convierte en un sabor aversivo
Un exceso de acidez puede causar dolor

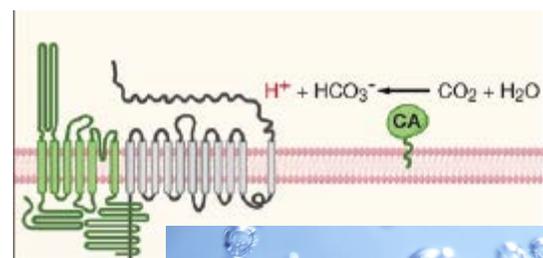
¿Otros sabores?

Sabor picante: **capsaicina**

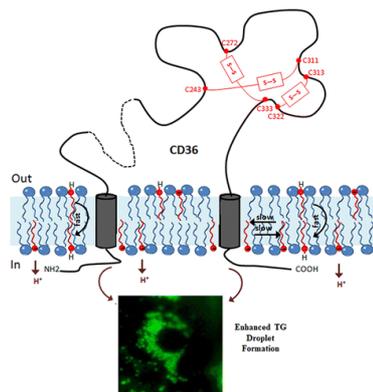


¿Pica o duele?

Sabor carbonatado: **CO₂**

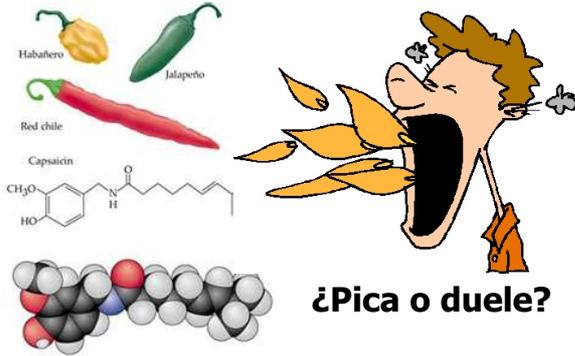


Sabor graso: **receptor CD36**

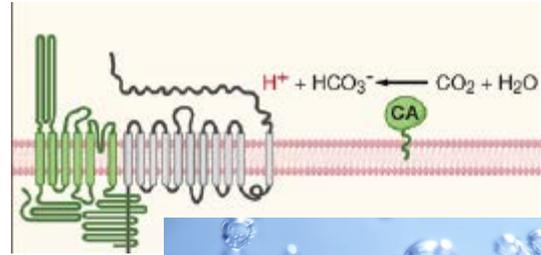


¿Otros sabores?

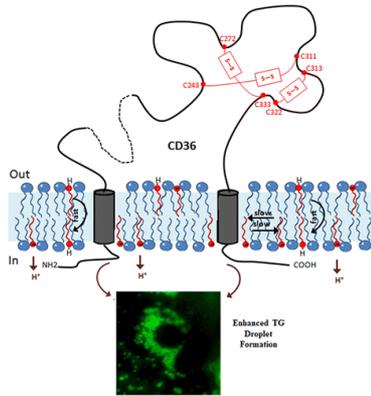
Sabor picante: **capsaicina**



Sabor carbonatado: **CO₂**

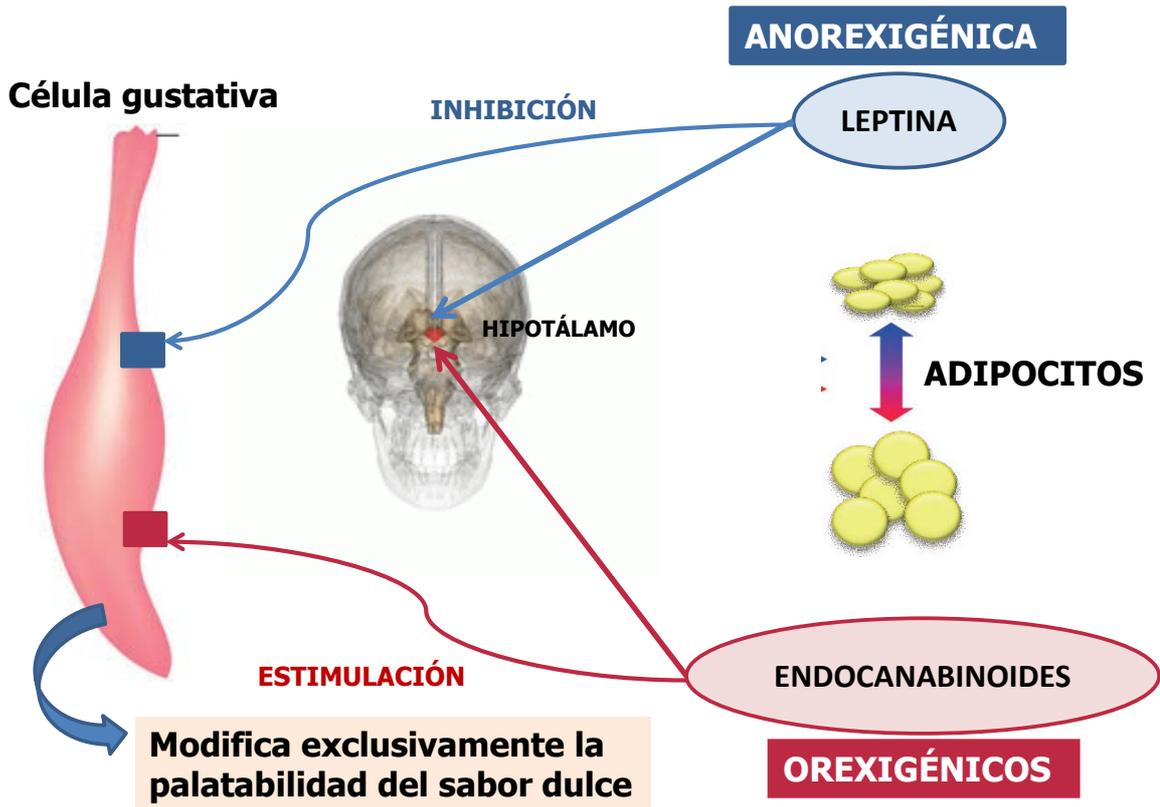


Sabor graso: **receptor CD36**

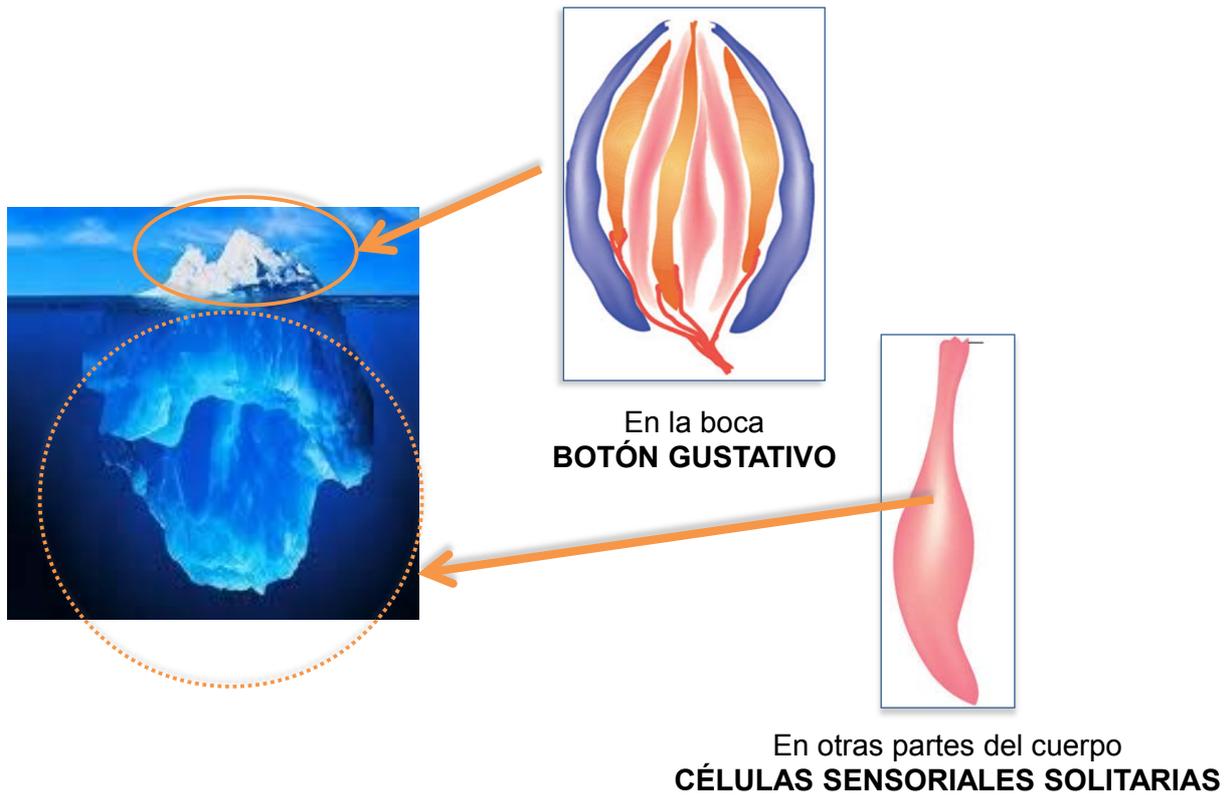


Para modular la palatabilidad dulce: **Leptina y cannabinoides**

"Conjunto de características organolépticas de un alimento, independientemente de su valor nutritivo, que hacen que dicho alimento sea más o menos placentero para un individuo"

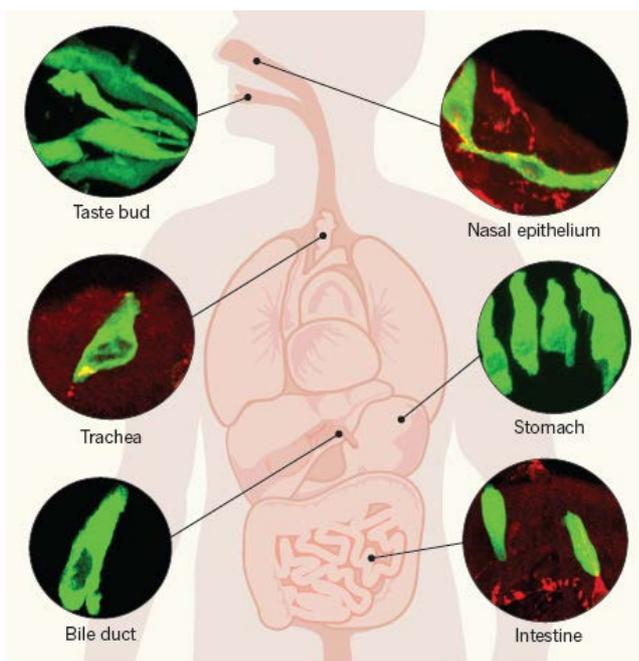


¿Saboreamos los alimentos sólo con la boca?



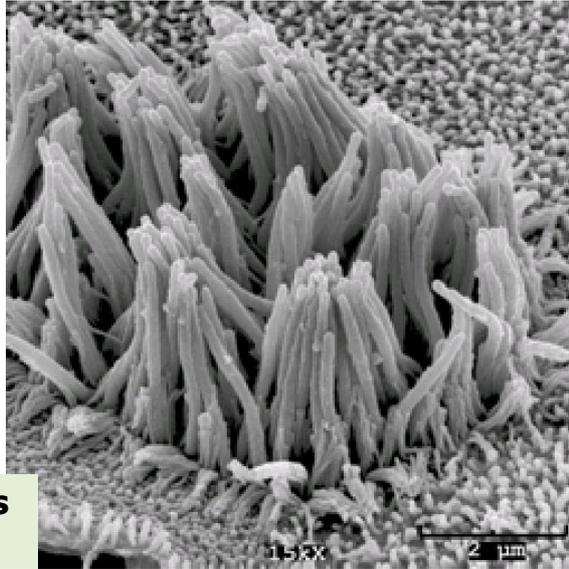
¿Para qué necesitamos receptores gustativos en otros órganos?

¡Pero nuestro sentido del gusto no acaba en la boca!



Tenemos receptores del gusto en intestino, páncreas, hígado y pulmones
Sensores de glucosa y de toxinas en el tracto digestivo y las vías respiratorias
Tratamiento de enfermedades como obesidad, diabetes o asma

En las **vías respiratorias** hay receptores de sabores amargos



Cilios de las vías respiratorias

Función: Movimientos más rápidos para rechazarlos



¿Y en invertebrados?

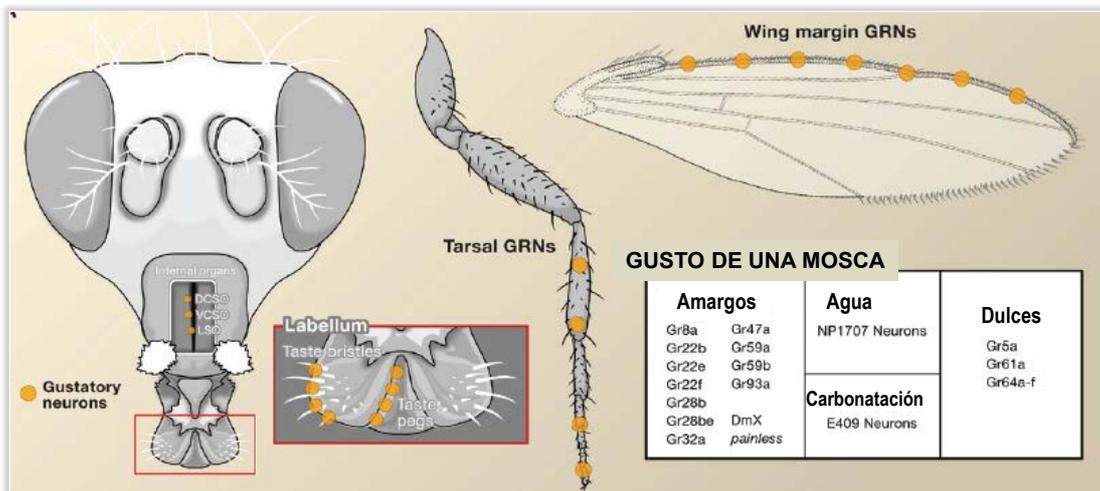
Las células del gusto en la mosca están en la boca, pero también en las patas y en los bordes de las alas.

Su alimento tiene mayor tamaño que ellas mismas

Colocar sus huevos en zonas abundantes de alimentos

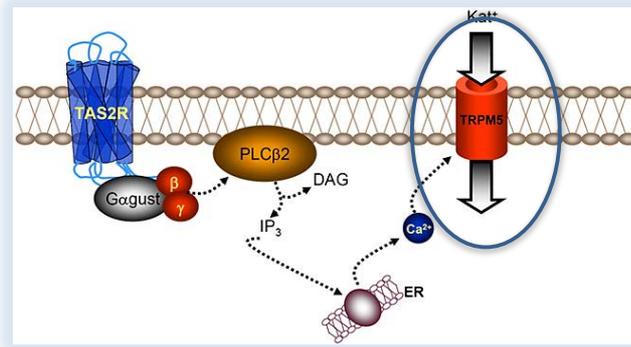
Detectan sabores salados y dulces. No rechazan los sabores ácidos y son indiferentes al umami

Se alimentan de comidas en descomposición





Canales TRP implicados en la despolarización de la membrana



Ratones KO de *TRPM5* y *PLC-β2* pierden la respuesta a sabores dulces, umami y amargo

Chandrashekar J Nature (2006) 444:288-94