



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

FACULTAD DE QUÍMICA

**DESARROLLO DE UNA METODOLOGIA SENSORIAL  
PARA EVALUAR LA PUNGENCIA EN LA CAPSAICINA  
Y DIHIDROCAPSAICINA EN SOLUCION**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICA EN ALIMENTOS

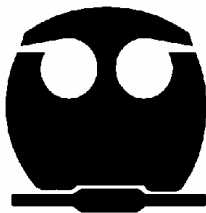
P R E S E N T A :

ALDAPE BECERRIL LUZ MARÍA

TEL 55-54-44-08

76 PAGS.

2006



MÉXICO, D.F.

2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **JURADO ASIGNADO**

### **P R O F E S O R E S**

Presidente	MARIA DE LOURDES GOMEZ RIOS
Vocal	DULCE MARIA GOMEZ ANDRADE
Secretario	PATRICIA SEVERIANO PEREZ
1er sup.	DANIEL LUIS PEDRERO FUEHRER
2do.	JOSE MENDOZA BALANZARIO

### **SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:**

Laboratorio 4C, Dpto. de Alimentos y Biotecnología Facultad de Química,  
Edificio A UNAM.

**ASESOR**

Dra. Patricia Severiano Pérez

**SUSTENTANTE**

Aldape Becerril Luz María

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a Dios por darme la oportunidad de intentar y volver a intentar para crecer como persona.

A mis papas por apoyarme y por estar conmigo.

A mis hermanos a Gaby por darme la pauta para estudiar esta gran carrera, a Adriana por ser como es y a Raúl por no ser como queremos que sea.

A Claudia y a Belem por que desde el primer día que nos conocimos pudimos tener lo que es tan difícil de encontrar una amistad.

A mi queridísima amiga hermana Jessica y a mi nueva sobrina, por que siempre son parte de los momentos más padres de mi vida.

A Sazitl por acompañarme en esta aventura en las evaluaciones.

Un agradecimiento muy especial a mis jueces, por que sin ustedes esto no podría ser una realidad, por soportar mis evaluaciones GRACIAS. En especial a ti Saul.

A ti mí querida asesora por tu manera de ser por ser un ejemplo a seguir por jalarme las orejas por tu GRAN GRAN GRAN paciencia para conmigo. Gracias Paty.

A la Universidad por ser como mi segunda casa, por tener lugares tan maravillosos dentro y fuera de ella.

A todas aquellas personas que han estado o que han compartido conmigo un momento durante esta estancia en la Licenciatura. En especial a personas como tu Moisés.

Gracias por estar en mis transiciones más difíciles, por apoyarme, por escucharme, por todo lo que hemos compartido y por todo lo que nos falta compartir, por que sigamos creciendo juntos como personas y como pareja Gracias Diego.

Ciclo cerrado. Y Ahora adelante con tu siguiente meta.

## ÍNDICE

### OBJETIVO

### HIPÓTESIS

#### ANTECEDENTES

CAPSAICINOIDES  
SENSACIÓN PUNGENTE  
UTILIZACIÓN DE LOS CAPSAICINOIDES  
METODOS SENSORIALES PARA LA EVALUACIÓN DE LA PUNGENCIA  
SCOVILLE  
PRUEBA POR MEDIO DE ESCALA.  
PRUEBA DE SENSIBILIZACIÓN Y DE DESENSIBILIZACIÓN

### METODOLOGÍA

#### A. SELECCIÓN DE JUECES.

ENCUESTA  
DIAGRAMA DE FLUJO  
PRUEBA DE UMBRAL  
PRUEBAS DISCRIMINATIVAS  
Prueba Triangular  
Prueba De Ordenación

PRUEBAS DE OLORES  
Prueba General De Olores  
Memoria Olfativa

#### B. ENTRENAMIENTO

PRUEBA DE UMBRAL DE CAPSAICINOIDES  
PRUEBA DE SENSIBILIZACIÓN Y DESENSIBILIZACIÓN  
PRUEBA DE SCOVILLE  
PRUEBA DE UMBRAL DE CAPSAICINOIDES CON SACAROSA AL 5%  
ENSAYOS PARA DEFINIR LA METODOLOGÍA PARA CUANTIFICAR  
CAPSAICINA Y DIHIDROCAPSAICINA EN SOLUCIÓN  
Primer Ensayo Para Capsaicina 97% Con Una Referencia  
Segundo Ensayo Para Capsaicina 97% Con Dos Referencias  
Tercer Ensayo Para Capsaicina 97% Con Tres Referencias  
Primer Ensayo Para Dihidrocapsaicina 90% Con Tres Referencia  
Segundo Ensayo Para Dihidrocapsaicina 90% Con Tres Referencias  
Tercer Ensayo Para Dihidrocapsaicina 90% Con Tres Referencias

SOLUCIONES STOCK DE CAPSAICIONIDES

### RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### A. SELECCIÓN DE JUECES

#### B. ENTRENAMIENTO.

PRUEBA DE UMBRAL DE CAPSAICINOIDES  
Primera Prueba Umbral Del Estándar De Capsaicina Al 65%  
Segunda Prueba Umbral Del Estándar De Capsaicina Al 65%  
Prueba Umbral Del Estándar De Capsaicina Al 97%  
Prueba Umbral Del Estándar De Dihidrocapsaicina Al 90%  
PRUEBA DE SCOVILLE  
Primera Prueba De Scoville.  
Segunda Prueba De Scoville

#### PRUEBA DE SENSIBILIZACIÓN Y DESENSIBILIZACIÓN

Prueba Para Conocer Los Efectos De Sensibilización y Desensibilización Por Capsaicina 97%.  
Prueba Para Conocer Los Efectos De Sensibilización y Desensibilización Por Dihidrocapsaicina 90%.

#### PRUEBAS DE UMBRAL DE LOS ESTÁNDARES DE DIHIDROCAPSAICINA 90% Y CAPSAICINA AL 97% EN SOLUCIÓN DE SACAROSA AL 5%.

Umbral Dihidrocapsaicina 90% En Solución De Sacarosa  
Umbral Capsaicina Al 97% En Solución De Sacarosa.  
Prueba De Confirmación Umbral Capsaicina 97% Con Sacarosa.

#### PREENSAYOS PARA DEFINIR LA METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE CAPSAICINA Y DIHIDROCAPSAICINA EN SOLUCIÓN.

Primer Ensayo, Estándar De Capsaicina Al 97%  
Segundo Ensayo, Estándar De Capsaicina Al 97%  
Tercer Ensayo, Estándar De Capsaicina Al 97%.

#### COMPARACIÓN DE ENSAYOS PARA CAPSAICINA 97% METODOLOGÍA SENSORIAL PARA CUANTIFICAR CAPSAICINA EN SOLUCIÓN

Primer Ensayo, Estándar De Dihidrocapsaicina Al 90%.  
Segundo Ensayo, Estándar De Dihidrocapsaicina Al 90%.  
Tercer Ensayo, Estándar De Dihidrocapsaicina Al 90%

#### COMPARACIÓN DE ENSAYOS PARA DIHIDROCAPSAICINA 90% METODOLOGÍA SENSORIAL PARA CUANTIFICAR DIHIDROCAPSAICINA EN SOLUCIÓN

### **RECOMENDACIONES DE USO DE LA METODOLOGÍA**

### **CONCLUSIONES**

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **ANEXO 1 (Cuestionarios)**

#### ENCUESTA PARA LA SELECCIÓN DE MIEMBROS DE UN PANEL DE CATADORES ENTRENADOS

PRUEBAS DE UMBRAL (Gustos Básicos)

PRUEBAS DE UMBRAL (Sensación pungente)

PRUEBA TRIANGULAR

PRUEBA DE RECONOCIMIENTO Y DEFINICIÓN DE OLORES GENERALES.

MEMORIA OLFATIVA.

PRUEBA DE ORDENACIÓN.

PRUEBA DE SENSIBILIZACIÓN Y DESENSIBILIZACIÓN

PRUEBA DE PROPORCIONES Y MAGNITUDES

(Primer ensayo del estándar de capsaicina al 97 %)

PRUEBA DE PROPORCIONES Y MAGNITUDES

(Segundo ensayo del estándar de capsaicina al 97 %)

PRUEBA DE PROPORCIONES Y MAGNITUDES

(Tercer ensayo del estándar de capsaicina al 97 %)

PRUEBA DE PROPORCIONES Y MAGNITUDES

(Primer ensayo del estándar dihidrocapsaicina al 90%)

PRUEBA DE PROPORCIONES Y MAGNITUDES

(Segundo ensayo del estándar de dihidrocapsaicina al 90 %)

PRUEBA DE PROPORCIONES Y MAGNITUDES

(Tercer ensayo del estándar de dihidrocapsaicina al 90 %)

## **OBJETIVO:**

- ❖ Desarrollar una metodología sensorial para la cuantificación de capsaicina y dihidrocapsaicina en solución.

## **OBJETIVOS PARTICULARES:**

- Conocer los factores que interfieren cuando se evalúa la sensación de pungencia.
- Conocer si se presentan los fenómenos de sensibilización y desensibilización en los jueces a las concentraciones que se utilizan.
- Conocer si el valor de pungencia de la capsaicina y dihidrocapsaicina es la misma, para confirmar lo reportado por el método de Scoville.
- Conocer Si hay diferencia en la percepción de la pungencia cuando el disolvente cambia de agua a solución de sacarosa al 5%.

## **HIPÓTESIS**

- Si se toman en cuenta los factores que afectan la evaluación de la sensación pungente se podrá desarrollar una metodología sensorial para cuantificarlos, reproducible y confiable.



## **ANTECEDENTES**

Cuando se come o bebe, el individuo experimenta una multitud de sensaciones incluidas el sabor, el olor, la temperatura, y algunas veces el dolor o irritación (Delwiche, 2004).

El ser humano es capaz de percibir y distinguir cuatro gustos fundamentalmente: dulce, amargo, ácido y salado. A ellos se añadió unos años el gusto “unami” (Kawamura y Kare, 1987). Estas sensaciones son el resultado de la respuesta del cerebro a las señales recibidas de los nervios, que transmiten la “detección” de determinadas sustancias químicas por las células gustativas. En este caso, a diferencia de lo que ocurre con el aroma, los estímulos son compuestos químicos no volátiles y solubles en agua ya que actúan siempre en medio acuoso(saliva) (Laaing y Jink, 1996).

La lengua está provista de papilas gustativas, de diferentes tipos, compuestas por un grupo de células sensibles, en las que tienen lugar las interacciones entre las moléculas responsables de los estímulos y los receptores presentes en estas células.

Las sensaciones gustativas van a veces acompañadas de otras, que no pueden considerarse como tales sino más bien como irritantes, que se transmiten por el nervio trigémino-picante o sensación de calor y mentolado o sensación refrescante- o como sensaciones táctiles- astringente o sensación de aspereza y sequedad.

La sensación característica quemante, cortante, aguijoneante que se conoce colectivamente como picante es difícil de separar de las producidas por los efectos de irritación química general y por los efectos lacrimógenos. Existen sustancias picantes estrictamente orales (no contienen volátiles) como la pimienta negra a causa de la piperina, o el chile a través de los capsaicinoides, entre otras. Pero también el picor que produce el gas carbónico de las bebidas refrescantes es también una sensación clasificada como irritante pero, por su carácter volátil, está más ligada a las sensaciones olorosas que a las gustativas (Durán y et al, 1999).

A la sensación irritante producida por los chiles se le conoce como picor o pungencia, esta es a causa de un grupo de compuestos llamados capsaicinoides.

## CAPSAICINOIDES

Tres (Maga, 1975) fue el primero en purificar el principio llamándolo capsaicina. Posteriormente se demostró que el compuesto responsable del picor contenía grupos hidroxilo y metoxi, sin embargo es hasta el año de 1923 cuando al sintetizar capsaicina y dihidrocapsaicina, Nelson y Dawson demostraron que la capsaicina estaba formada por una unidad básica llamada vainillilamina y un componente ácido (un isómero del ácido decanoico).

Químicamente los capsaicinoides son una mezcla compleja de amidas cuya estructura está formada por los ácidos enoico, octanoico, nonanoico y decanoico de la vainillinlamida (Kap-Rang, 1976).

Los 5 capsaicinoides que se encuentran en mayor cantidad dentro del fruto en orden decreciente son:

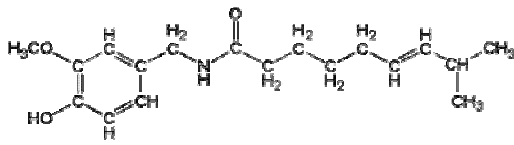
- Capsaicina
- Dihidrocapsaicina
- Homocapsaicina
- Norhidrocapsaicina
- Homodihidrocapsaicina

La Biosíntesis de capsaicinoides se lleva a cabo en la placenta del chile y celularmente en una especie de vacuola llamada capsisoma (Testuya, 1980).

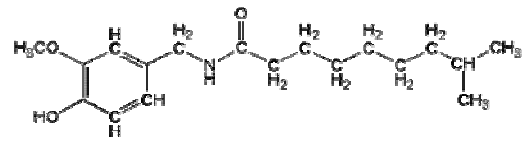
El grupo Vainillín y la cadena hidrocarbonada con una longitud apropiada parecen ser indispensables para que se presente la pungencia. De algunos estudios con derivados vainillilamidas se ha concluido que el grado de la pungencia depende de la longitud de la cadena hidrocarbonada. Con una cadena corta, los derivados mantenían la alta pungencia y toxicidad como la capsaicina. En contraste, los derivados con cadena larga cis-insaturados tenían una pungencia y toxicidad menores a la capsaicina (John y et al, 1993). A continuación las estructuras de los principales capsaicinoides y su valor de pungencia en Unidades Scoville<sup>1</sup> Se presentan en las figuras 1-5.

---

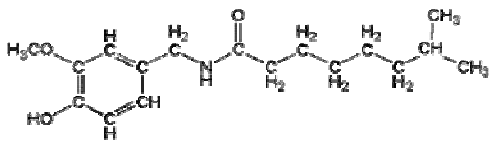
<sup>1</sup> Es una medida del valor de la pungencia basada en el método Scoville, el método se describe más adelante.



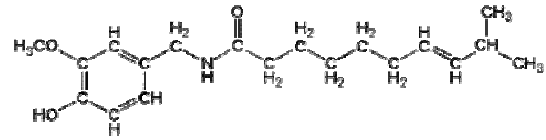
**Figura 1. Capsaicina** con 16,000,000 unidades Scoville



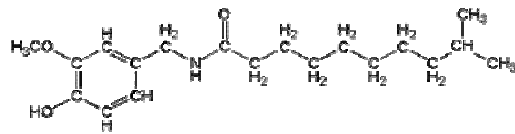
**Figura 2. Dihidrocapsaicina** con 16,000,000 Unidades Scoville



**Figura 3. Nordihidrocapsaicina** con 9,100,000 Unidades Scoville



**Figura 4. Homocapsaicina** con 8,600,000 Unidades Scoville



**Figura 5. Homodihidrocapsaicina** con 8,600,000 Unidades Scoville

(<http://www.g6csy.net/chile/scoville/.html>)

De estos capsaicinoides dos son los típicamente responsables de hasta el 90% del contenido de capsaicinoides en un chile y por lo tanto, de su pungencia; uno es la capsaicina y el otro es la dihidrocapsaicina.

La capsaicina tiene la siguiente fórmula condensada  $C_{18}H_{27}O_3N$ , con un peso molecular de 305,1999 g/g\*mol forma cristales en forma de aguja, es inodora, con un punto de fusión de 64.5 °C y un punto de ebullición de 210-220°C. A una presión de 0.01 mm Hg, se sublima a 115°C. Es soluble en éter etílico, acetona, alcohol metílico, tetracloruro de carbono, benceno y álcalis calientes. Es insoluble en agua fría (García y et al, 1995).

La dihidrocapsaicina tiene una fórmula condensada  $C_{18}H_{29}O_3N$  y un peso molecular de 307.215 g/g\*mol, forma cristales de color blanco opaco inoloro pero con una fuerte pungencia. Su punto de fusión varía entre 65.5 y 65.8° C,

presenta su máxima absorbencia en UV por debajo de 230 nm (Iwai y etal, 1977).

La diferencia entre estos dos capsaicinoides es la presencia de la doble ligadura en la cadena hidrofóbica en el caso de la capsaicina y la ausencia de esta en la dihidrocapsaicina.

La pungencia tanto de la capsaicina como la dihidrocapsaicina se detecta de manera inmediata a la mitad de la boca y del paladar así como en la garganta y atrás de la lengua. En contraste, la homodihidrocapsaicina presenta una sensación que no es inmediata y afecta la garganta, atrás de la lengua (Bosland, 1994).

## SENSACIÓN PUNGENTE

La pungencia es la sensación de picor cuando se come un chile, esta se debe a la capsaicina o más precisamente, a un grupo de sustancias llamadas capsaicinoides.

La “pungencia” (del latín: *pungere* herir de punta, punzar, provocar dolor agudo, picar, irritar, cosquillar) se percibe a nivel de terminaciones libres (no organizadas en papilas) dispersas en las capas mas profundas de las mucosas, y asciende por el nervio trigémino (el 5to. Nervio craneal) para llegar a la corteza cerebral, donde las señales son decodificadas e integradas al plano consciente que nos permite “sentirlas” (Otero, 2002).

Aunque parezca extraño, la capsaicina, por sí misma, es una molécula sin sabor ni olor. Sus acciones se ejecutan a través de su reconocimiento por parte de una proteína receptora.

En 1999 se identificó y clonó el gen responsable de codificar la síntesis de la proteína receptora de la capsaicina. Este receptor se conoce con el nombre de “receptor vainilloide subtipo I”, y no se trata de un receptor específico solo para la capsaicina, sino que es un receptor doloroso general, que responde, por ejemplo, al calor (Sven-Eric y et al, 2002).

El mecanismo propuesto para la acción de la capsaicina, es el de suponer que existe un receptor endógeno en la neurona llamado nocireceptor, el cual se une

a la capsaicina formando, de esta manera, el complejo capsaicina-receptor, el cual al trastocarse al interior de la neurona provoca la salida de un neurotransmisor llamado "sustancia P", el cual es portador de la información del dolor, esta información es retransmitida por otras sustancias al cerebro. Se ha demostrado que una aplicación continua de capsaicina prevendrá la acumulación de la sustancia P en las neuronas, dando como resultado la inhibición en la transmisión del dolor.

## UTILIZACIÓN DE LOS CAPSAICINOIDES

Los capsaicinoides son compuestos muy potentes que causan una severa irritación en ojos, piel y membrana mucoidal (Robert y et al, 1979). Estos son absorbidos en el tracto gastrointestinal y posteriormente son metabolizados (Millar y et al, 1983). En la industria alimentaría se utilizan como saborizantes y condimentos. En la industria farmacéutica uno de sus usos es como analgésico local de aplicación dental debido a sus efectos sobre las neuronas sensoriales (Buck y et al, 1983).

En la medicina tradicional, el chile es usado principalmente como un estimulante, conirritante, y en el tratamiento de malestares digestivos y respiratorios (López, 2003).

Presenta propiedades antimicrobianas y actividad antioxidante (Rajalakshmi, 1986). Otros estudios revelan que la capsaicina disminuye los niveles de colesterol en sangre (Buck y et al, 1983).

También ha sido usada para disminuir y aliviar los dolores causados por las hemorroides, así como se ha usado en ungüentos, lociones y cremas para tratar externamente problemas de dolor crónico relacionado con artritis, osteoartritis, reumatismo, gota, neuralgias, dolor de muelas y cicatrices quirúrgicas (López, 2003).

Existen varios métodos instrumentales para medir capsaicinoides; uno de ellos es por colorimetría, HPLC entre otros, pero el trabajo se enfocará en los métodos de análisis sensoriales

La importancia de utilizar la Evaluación Sensorial se basa principalmente en la investigación de nuevos productos, diferencias del producto, control de calidad, pruebas de preferencia y aceptación (Montt, 2005). El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que los panelistas (seres humanos) deben utilizar los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de muchos otros materiales. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos.

## METODOS SENSORIALES PARA LA EVALUACIÓN DE LA PUNGENCIA

El método tradicional para medir la pungencia de los capsaicinoides en análisis sensorial es evaluado en una escala de unidades Scoville. Se ha correlacionado con análisis realizados en cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC). Sin embargo este método se basa en la longitud de la cadena hidrofóbica de los compuestos lo que limita que nuevos análogos modificados en otra parte de la molécula puedan cuantificarse en pungencia.

A continuación se describe el Método Scoville y otras pruebas sensoriales utilizadas para medir la pungencia.

### SCOVILLE

La escala de unidades Scoville es un sistema de medición del picor de los chiles inventada por Wilbur Scoville durante la primera década del siglo XX; Consiste de la participación de un panel de jueces entrenados quienes evalúan la pungencia basados en la intensidad y duración de la pungencia de las muestras, asignándoles un valor determinado por el mismo método. El método se basa directamente en la percepción de la pungencia del humano (Betts, 1999).

Su objetivo es determinar la máxima dilución del extracto de chile en el que aún sea detectable el picor. De esta manera, si un jalapeño ha sido determinado en 4500 unidades, significa que se necesitan 4500 partes de solución para diluir una parte de extracto de jalapeño hasta el punto en que el picor aún pueda ser detectado, si se añade más solución, el picor ya no podrá ser detectado. En la

tabla 2 se presentan las unidades Scoville para diferentes tipos de chiles (Peppers, 1998).

**Tabla 1. Unidades Scoville para diferentes variedades de chile**  
(López, 2003)

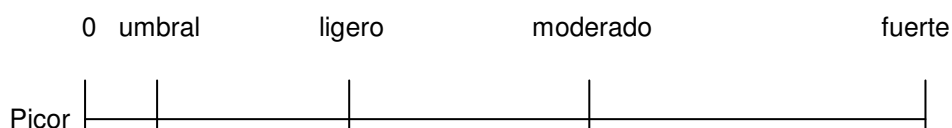
Chile	Unidades Scoville
Capsaicina pura	16000000
Habanero	150000-325000
Piquín	50000-100000
Tabasco y manzano	30000-60000
Capsicum baccatum	30000-50000
De árbol	15000-30000
Serrano	10000-20000
Jalapeño	2500-10000
Cascabel	2500-5000
Ancho y pasilla	1000-2000

#### PRUEBA POR MEDIO DE ESCALA

Este método lo propone Gillette (1984) y se aplica para estandarizar los procesos para la evaluación sensorial de oleorresinas de capsicum.

Los resultados pueden expresarse en unidades Scoville.

Se utiliza en productos que tengan una pungencia desde 0 hasta 1 500 000 unidades Scoville. La prueba consiste en una escala de 15 cm los jueces deberán probar las muestras de izquierda a derecha y otorgar un valor de pungencia en la línea horizontal de la escala con una señal, esta puede ser una cruz una línea, etc. Los jueces deben enjuagarse antes y entre muestras con una galleta y agua. La escala que se utiliza se muestra en la siguiente figura.



**Figura 6. Escala utilizada en el método de Gillette**

Dependiendo del valor en centímetros se determina la pungencia.

Si se quiere transformar los resultados a unidades Scoville (U.S.) se utiliza la siguiente fórmula.

$$U. S. = (\text{valor otorgado en la escala} - 0.13)/9.6(10^{-6})$$

No se puede emplear para capsaicina ni para dihidrocapsaicina ya que su valor de pungencia de estos compuestos no entra dentro del rango que comprende la prueba, su valor en unidades Scoville es de 16 000 000.

Se requiere que los jueces se calibren y estandaricen para que los resultados sean confiables

#### PRUEBA DE SENSIBILIZACIÓN Y DE DESENSIBILIZACIÓN

La sensación de pungencia puede ocasionar tanto la sensibilización como la desensibilización en los jueces, consecuencia de la concentración a la que se encuentre la capsaicina, afectando así los resultados que se obtienen de la determinación de esta, como es el caso de la prueba umbral.

La desensibilización se define como la reducción en la percepción de un estímulo. Basado en pruebas como la de Ordóñez o la de Karrer la desensibilización con capsaicina se debe al agotamiento de los neuropeptidos (Sustancia P) seguida de la recuperación en la activación de los receptores del dolor (Silver et al., 1985).

En contraste, la sensibilización es el incremento en la percepción de un estímulo. Se ha demostrado que la sensibilidad por capsaicina se da con rápidas y repetidas exposiciones de este capsaicinoide, aunque el mecanismo no se comprende del todo (Green, 1991; Lawless y Stevens, 1988).

Para determinar estos fenómenos se han empleado diferentes metodologías, cada una con diferentes concentraciones, modos de evaluación, etc.

Uno de los casos es el utilizado por Ordóñez, (2002) el cual se utilizan dos series con las mismas concentraciones de capsaicina pero una serie se evalúa de manera ascendente y la otra de manera descendente. (Detalles en la parte de metodología Pág. 21).

El descrito por Karrer, (1991) es en donde se han empleado las mayores concentraciones de capsaicina. El ensayo consiste en una serie que comprende de 1-1000 ppm de capsaicina, el tiempo de evaluación es largo y la



prueba es diaria (no indica por cuantos días). En los resultados de esta prueba indican que los jueces dejan de percibir (desensibilización) para 100 ppm hacia abajo en seis días. Esto se debe a las altas concentraciones que se utilizan.

En lugar de soluciones se puede realizar con papel filtro remojado en una solución de capsaicina, como lo realiza Balan, (1999). Los papeles filtro tienen 100 ppm de capsaicina y se aplica en la lengua, este se reemplaza cada minuto con la misma concentración durante 10 min. En este ensayo se observa los dos fenómenos la desensibilización y la sensibilización.

Hay otros procedimientos como los descritos por Green, (2000) en los que se describe la desensibilización provocada por la interacción entre capsaicina y mentol.

## METODOLOGÍA

El análisis sensorial, como su nombre lo indica es la evaluación por medio de los sentidos, esta corre a cargo de un panel que esta constituido por un grupo de personas llamadas jueces, los cuales reciben un entrenamiento para cuantificar atributos o sensaciones específicas. En este proyecto el entrenamiento se enfocó en la evaluación de la pungencia.

Del mismo modo que la calidad de los datos obtenidos con un instrumento analítico depende en gran parte de su buen funcionamiento y correcto calibrado, la calidad de los resultados sensoriales está directamente relacionada con el correcto funcionamiento del equipo (panel), y éste a su vez va a depender básicamente de los métodos empleados en la formación y mantenimiento del mismo.

Por esta razón, la correcta realización de este proceso es fundamental para que los resultados obtenidos mediante pruebas sensoriales descriptivas sean precisos y consistentes. (Einstein, 1991; Lyon y col., 1992; Issanchou y col., 1997), considerando también la sensibilidad de los métodos y técnicas empleadas para evitar en lo posible las vías de error (Lawless y Heymann, 1998).

Se requiere determinar qué individuo:

- Señala las diferencias mínimas (sensibilidad).
- Es constante en su juicio (reproducibilidad).
- Demuestran en pruebas más complejas (tipo descriptivo), una facilidad para asociar su percepción de sustancias o compuestos con nombres o vocablos de ingredientes o productos que no necesariamente sean alimentos; por ejemplo, levadura, paja, flores, amoniaco, etc.

Estas aptitudes se determinan en la parte de selección y se decide si la persona está calificada para formar parte de un panel.

### **A. SELECCIÓN DE JUECES**

Se realizó una encuesta con el fin de hacer una pre-selección de las personas que deseaban participar en el panel como jueces entrenados.

## ENCUESTA

Dichas encuestas permitieron obtener información de la edad, sexo, disponibilidad de horario, hábitos alimenticios, enfermedades, alteraciones en los sentidos del gusto, olfato, vista y oído, alergias, etc.

El diagrama de flujo de la metodología general llevada a cabo se muestra en la Figura 7.

Las pruebas llevadas a cabo para la selección de jueces fueron las siguientes:

- Pruebas de Umbral de los gustos básicos
- Prueba de umbral capsaicina al 65%
- Pruebas discriminativas

Pruebas triangulares

Pruebas de ordenación

- Pruebas general de olores
- Memoria olfativa

Además de las pruebas que comúnmente se utilizan para la selección de jueces se agregó la prueba de umbral de capsaicina al 65 % ya que el procedimiento de selección debe ser específico del tipo de producto a evaluar (Basker, 1998) y debe guardar estrecha relación con la prueba para la que se esté seleccionando al mismo (Issanchou y col., 1995).

A. SELECCIÓN

Encuesta  
Pruebas de umbrales  
Prueba general de olores  
Pruebas discriminativas

- Pruebas triangulares
- Prueba de ordenación

Memoria Olfativa

B. ENTRENAMIENTO

**Etapa 1 Evaluación de capsaicinoides**

- Umbral capsaicina al 65%
- Umbral capsaicina al 97%
- Umbral dihidrocapsaicina

**Etapa 2 Evaluación de la pungencia.**

- Prueba Scoville
- Prueba de Sensibilización y desensibilización para capsaicina 65%, capsaicina 97% y dihidrocapsaicina 90%

**Etapa 3 Estudio de la influencia de la sacarosa en la cuantificación de la pungencia**

- umbral capsaicina 97% con sacarosa al 5%
- umbral dihidrocapsaicina 90% con sacarosa al 5%

**Etapa 4. Ensayos para definir la metodología para la cuantificación de capsaicina y dihidrocapsaicina en solución**

**A1. Ensayos para cuantificar Capsaicina en solución**

- Primer ensayo para capsaicina 97% con una referencia
- Segundo ensayo para capsaicina 97% con dos referencias
- Tercer ensayo para capsaicina 97% con tres referencias

**Etapa 5 Metodología sensorial para la evaluación de capsaicina en solución**

**B1. Ensayos para cuantificar Dihidrocapsaicina en solución**

- Primer ensayo para dihidrocapsaicina 90% con tres referencias
- Segundo ensayo para dihidrocapsaicina 90% con tres referencias
- Tercer ensayo para dihidrocapsaicina 90% con tres referencias

**Etapa 5 Metodología sensorial para la evaluación de dihidrocapsaicina en solución**

### Figura 7. DIAGRAMA DE FLUJO

#### PRUEBA DE UMBRAL

Su objetivo es determinar cual es la mínima cantidad perceptible de un estímulo por el 50% de una población.

Las pruebas de umbral se basan en la percepción y reconocimiento del estímulo, o de los cambios de su intensidad.

Se hicieron 5 pruebas en las que se determinó el umbral de los 4 gustos básicos así como el umbral para capsaicina al 65%.

Se preparó un stock el cual se utilizó para preparar las diferentes soluciones a evaluar en cada prueba. Las muestras se presentaron de manera ascendente. (Pedrero, 1997).

Las concentraciones utilizadas para los cuatro gustos básicos se tomaron como base del manual de Evaluación Sensorial de la Facultad de Química.

**Tabla 2 .Concentraciones y reactivos utilizados para las pruebas de umbral, en la selección de los jueces**

GUSTO	COMPUESTO	MARCA	CONCENTRACIÓN [ % ]
Dulce	Sacarosa	Great Value	0, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8 y 1.0
Ácido	Ácido Cítrico	J.T. Baker	0, 0.005, 0.01, 0.013, 0.015, 0.018, 0.020, 0.025, 0.030, 0.035 y 0.04
Amargo	Cafeína	Alyt	0, 0.003, 0.004, 0.005, 0.006, 0.008, 0.010, 0.015, 0.020 y 0.030
Salado	Cloruro de Sodio	La Fina	0, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10, 0.13, 0.15, 0.18, 0.2

Las condiciones para la prueba de umbral capsaicina al 65% se muestran en la Tabla 7 Reactivos y rango de concentración para establecer el umbral de capsaicinoides (pag 20).

#### PRUEBAS DISCRIMINATIVAS

Son las que permiten encontrar diferencias significativas entre las muestras o entre ellas y un patrón. Además deben permitir cuantificar la diferencia significativa (Sancho, 2002).

De las pruebas discriminativas se realizaron pruebas triangulares y pruebas de ordenación.

### Prueba Triangular

Consiste en presentar al catador tres muestras codificadas convenientemente, de las cuales dos son iguales y sólo la tercera es diferente. El catador debe indicar cual es la diferencia. Las muestras se presentan en las siguientes distribuciones: BCC, BBC, BCB, CBB, CCB, CBC, la prueba es de elección forzada<sup>1</sup>.

Con el fin de saber si los jueces tienen una buena capacidad discriminante las muestras que se utilizaron tienen una diferencia significativa comprobada (Hernández, 2006).

Se realizaron cinco pruebas. Las muestras que se utilizaron para cada muestra se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 3. Muestras empleadas para pruebas triangulares.**

MUESTRA	MARCA
1. Queso panela	Los volcanes
	Noche buena
2. Jamón tipo York	Fud
	Peñaranda
3. Yogurt Natural	Nestle
	Alpura
4. Refrescos de cola	Great Value
	Big cola
	Coca-cola
5. Piñitas deshidratadas con chile	Marca Libre
	Palma

### Prueba De Ordenación

En esta prueba no se tiene ninguna indicación de las diferencias que hay entre las muestras, ya que son ordenadas en relación a otra en función de una característica o de su aceptabilidad por el panel (Sancho, et al, 2002). Para esta prueba se ordenaron de acuerdo a su concentración.

Las soluciones se prepararon considerando el umbral de los jueces para los gustos básicos salado, ácido, dulce y de la capsaicina al 65%. De cada

---

<sup>1</sup> Esto es que el juez no puede indicar un empate tiene que decidir por una muestra.

estímulo se tiene una serie con concentraciones supra umbrales, cada una de 5 muestras. Las muestras se presentan de manera aleatoria.

Con esta prueba se observó la capacidad de los jueces para ordenar de manera creciente a su concentración una serie.

Las concentraciones evaluadas para los gustos dulce, ácido y salado, así como para la capsaicina 65% se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4. Concentraciones usadas en la prueba de ordenación para los gustos Dulce, ácido, salado y capsaicina**

[sacarosa] g/mL	[Ac. Cítrico] g/100mL	[NaCl] g/100mL	[Capsaicina] ppm
0	0.00	0	0
0.4	0.020	0.05	0.10
0.6	0.024	0.06	0.15
0.8	0.036	0.08	0.2
1.0	0.048	0.10	0.25

## PRUEBAS DE OLORES

Es necesario que los jueces no presenten problemas con el sentido del olfato, esto interferiría con las evaluaciones ya que la sensación de sabor se percibe utilizando dos sentidos corporales simultáneamente: el gusto, detectado en la boca, principalmente en la lengua, y el olfato, radicado en las fosas nasales, en donde se detecta el aroma. Los estímulos responsables de los aromas son sustancias volátiles. Por eso se realizan las siguientes pruebas.

### Prueba general de olores

Se presentaron 5 muestras de diferentes olores codificados con números de tres dígitos, se les pidió a los jueces los olieran e indicarán el recuerdo que le evocaba cada olor. Los olores utilizados se muestran a continuación.

**Tabla 5. Muestras para la prueba general de olores**

Olor	Clave	Empresa Fabricante
Cebolla	-----	Queso Internacional
Hierbabuena	MP1857	Sodexim
Mandarina oil	47879TT	Quest International
Canela	01677TT	Quest International

Cinnamon oil Bark		
Notas Verdes	-----	Queso Internacional

### Memoria Olfativa

A los jueces se les dieron 10 olores, cada uno etiquetado con su nombre, se les pidió que los olieran, después de hacerlo a los jueces se les retiraron las referencias y se dejó transcurrir un lapso de 30 minutos se les dieron los mismos olores pero ahora codificados con números de tres dígitos, para que indicaran el nombre de cada muestra.

La prueba tiene como objetivo calificar mediante el reconocimiento de 10 olores diferentes tipos (frutales, especias, etc.) la memoria olfativa de los jueces.

Los olores que se utilizaron se presentan en la siguiente página en la tabla 6.

**Tabla 6. Olores utilizados en la prueba de memoria Olfativa**

Olor	Clave	Empresa Fabricante
Cebolla	-----	Quest International
Hierba buena	MP1857	Sodexim
Mandarina oil	47879TT	Quest International
Canela Cinnamon oil Bark	01677TT	Quest International
Notas Verdes	-----	Queso Internacional
Fresa flavor	DM00942	Quest International
Mantequilla (Diacetilo)	01087TT	Quest International
Café	INO1043	Quest International
Limón Lemon oil	09861TT	Quest International
Aceite esencial de Naranja	01774TT	Quest International

Se analizaron los resultados de las pruebas ya descritas. Con esto se seleccionó a las personas que continuarán con el entrenamiento. El panel quedó conformado por jueces quienes presentaron bajos umbrales, buena capacidad discriminante (<60% de aciertos) y memoria olfativa (<50% de reconocimiento).



## **B. ENTRENAMIENTO**

En esta etapa se llevaron a cabo pruebas cualitativas para el reconocimiento de la sensación pungente a diferentes concentraciones, así como pruebas donde se estudiaron los factores que influyen durante la evaluación de la sensación pungente.

El entrenamiento quedó conformado por las siguientes pruebas:

### **Etapa 1 Evaluación de capsaicoides**

- Umbral capsaicina al 65%
- Umbral capsaicina al 97%
- Umbral dihidrocapsaicina

### **Etapa 2 Evaluación de la pungencia.**

Prueba de Scoville

Prueba de Sensibilización y de desensibilización para capsaicina 65%, capsaicina 97% y dihidrocapsaicina 99%

### **Etapa 3 Estudio de la influencia de la sacarosa en la cuantificación de la pungencia**

- umbral capsaicina 97% en solución de sacarosa al 5%
- umbral dihidrocapsaicina 99% en solución de sacarosa al 5%

### **Etapa 4. Ensayos para definir la metodología para cuantificar capsaicina y dihidrocapsaicina en solución**

A1. Ensayos para cuantificar Capsaicina en solución.

- Primer ensayo para capsaicina 97% con una referencia
- Segundo ensayo para capsaicina 97% con dos referencias
- Tercer ensayo para capsaicina 97% con tres referencias

B1. Ensayos para cuantificar Dihidrocapsaicina en solución

- Primer ensayo para dihidrocapsaicina 90% con tres referencia
- Segundo ensayo para dihidrocapsaicina 90% con tres referencias
- Tercer ensayo para dihidrocapsaicina 90% con tres referencias

## Etapa 5 Metodología sensorial para la evaluación de capsaicina y dihidrocapsaicina en solución

Para las pruebas que se describen a continuación todas, a excepción de la de Scoville, emplean una solución stock de capsaicinoides a partir de la cual se prepararon las muestras a evaluar. La manera de preparación de las soluciones stock se encuentra en la parte final de este apartado.

### PRUEBA DE UMBRAL DE CAPSAICINOIDES

La técnica es la misma a la antes mencionada en la Prueba de umbral. (Pág. 15).

Se utilizó una muestra estándar del capsaicinoide a evaluar. Se presentaron al juez las soluciones de capsaicina 65% o de capsaicina 97% ó dihidrocapsaicina 90% según la prueba, de manera ascendente. El juez debe indicar si percibe alguna sensación diferente a la del agua.

El valor de umbral será la primera concentración percibida por el 50% de los jueces.

Para conseguir este valor, se utilizó el rango de concentraciones que fueron establecidas en el trabajo INFLUENCIA DE LOS CAPSAICINOIDES EN LA PERCEPCIÓN DE LOS GUSTOS BÁSICOS (Hernández, 2006). Este rango se obtiene después de estudios de sensibilización y desensibilización en el panel del trabajo ya mencionado.

**Tabla 7. Reactivos y rango de concentración para establecer el umbral de capsaicinoides**

CAPSAICINOIDE	MARCA	CONCENTRACIONES
Capsaicina 65% (1ª Prueba)	SIGMA lote 102K0928	0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6, 0.81, 1.2, 1.41, 2.04
Capsaicina 65% (2ª prueba) ♣	SIGMA lote 102K0928	0, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6
Capsaicina 97%	ALDRICH lote 083K7039	0, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8
Dihidrocapsaicina 90%	SIGMA-ALDRICH lote 014K7062	0, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8

♣ La repetición se explica en los resultados 2ª prueba umbral del estándar de capsaicina al 65% (Pág. 33 y 34)

Con las pruebas de umbral se determina la sensibilidad gustativa del panel para evaluar pungencia y los valores encontrados se emplearon para la preparación de muestras de algunas pruebas como la que se detalla a continuación.

## PRUEBA DE SENSIBILIZACIÓN Y DESENSIBILIZACIÓN

Se realizó este estudio sobre la sensibilidad humana, para conocer si la percepción picante es variable entre catadores y esta ligada a los fenómenos de sensibilización y desensibilización, ya que en estudios anteriores se observó que pueden afectar la respuesta, la razón se atribuye a una desensibilización temporal como menciona Green (1991).

La metodología es la descrita en el artículo de Ordóñez (2002).

Se prepara una solución stock de 4.3 ppm, de esta solución se prepararon las soluciones.

Cada catador debe inicialmente enjuagarse la boca con agua y probar una serie ascendente de nueve muestras e indicar si percibe alguna sensación distinta de la del agua. Entre muestra y muestra el catador debe eliminar el posible sabor residual con una galleta habanera y agua. Posteriormente de la misma forma, los catadores probaron una serie descendente (Ordoñez, 2002).

Las concentraciones son las mismas para las dos series.

**Tabla 8. Preparación de disoluciones para el estudio de la sensibilidad a la capsaicina**

CAPSAICINOIDE	MARCA	CONCENTRACIONES (Para las dos series)
Capsaicina 97%	ALDRICH lote 083K7039	0, 0.005, 0.01, 0.05, 0.05, 0.1, 0.5, 0.5, 0.5,
Dihidrocapsaicina 90%	SIGMA-ALDRICH lote 014K7062	0, 0.016, 0.032, 0.16, 0.16, 0.32, 1.6, 1.6, 3.2

Para la prueba de dihidrocapsaicina hubo modificaciones, el cambio fue en las concentraciones de las muestras, estas se prepararon tomando en cuenta el valor del umbral de la dihidrocapsaicina 90% (0.1635 ppm) y respetando la misma proporción que tienen las concentraciones en el artículo de Ordóñez (2002) para la capsaicina.

Después de esta prueba, se continúa con la prueba de Scoville que es el método que se utiliza en sensorial para la cuantificación de la pungencia.

## PRUEBA DE SCOVILLE

Es método tradicional para medir la pungencia de los capsaicinoides, a través de un análisis sensorial. La escala de unidades Scoville es un sistema de medición de la sensación picante de los chiles inventada por Wilbur Scoville en 1925; Su objetivo es determinar la máxima dilución del extracto de chile en el que aún es detectada la sensación picante. La metodología se menciona a continuación.

1. Se preparan solución o extracto alcohólico de acuerdo al grado de pungencia reportado en unidades Scoville (Tabla 1 en la parte de antecedentes Pág. 9). Para el chile de árbol se pesa 0.25 g y 0.10 g para los chiles guajillo y piquín. Se colocan en un matraz aforado de 50 mL, se afora a la marca con alcohol etílico 96°G.L. Se guarda en el refrigerador durante 16 horas mínimo. Se agita ocasionalmente. Esto constituye el extracto alcohólico es cual se decantar o filtra para obtener un extracto claro.

2. El volumen de extracto alcohólico a utilizar de cada concentración depende de la intensidad de pungencia probable o esperada. Del extracto se toman diversos volúmenes y se aforan a un volumen de 50 mL con solución al 5% de sacarosa. Cualquier prueba se comienza con una cantidad de extracto alcohólico considerada demasiado pequeña aunque la respuesta sea negativa; la cantidad se aumenta, hasta que 3 de 5 probadores reporten positivos; esto es, se harán pruebas de dilución en donde la prueba todavía de positiva. Se harán un record de respuesta individual para cada dilución.

3. En caso de obtener resultados negativos, se repite el procedimiento descrito incrementando o disminuyendo sucesivamente el volumen de extracto alcohólico.

Después de la primera prueba y entre cada muestra las personas deberán enjuagarse la boca con agua a 37°C.

La cantidad que se debe degustar de cada dilución es de  $5 \pm 0.1$  mL. Y debe presentarse en pequeños vasos. Deben anotar su respuesta habiendo transcurrido de 20 a 30 seg.

Las muestras deben ser presentadas en orden creciente de concentración de extracto. Para obtener el resultado, el dato de la concentración de extracto de la mínima dilución en que tres de los cinco jueces detectaron la sensación pungente, se interpola y debe caer en el rango señalado en ésta para éste chile. Es importante hacerla para conocer el valor en grados Scoville del picor en concentraciones intermedias de extracto ya conocida. Así los jueces aprenderán a evaluar su propia sensación del picor y a tener confianza en su propia degustación (J. Sancho y ed. Al., 2002).

#### PRUEBA DE UMBRAL DE CAPSAICINOIDES CON SACAROSA AL 5%

Esta prueba se realizó para conocer la influencia en la percepción de la pungencia por la presencia de la sacarosa al 5%. Se evalúa dihidrocapsaicina 90% y capsaicina 97%, con una metodología similar a la descrita en la prueba de umbral para los capsaicinoides, donde la única modificación fue que el disolvente, en lugar de agua fue una solución de sacarosa al 5% .

#### ENSAYOS PARA DEFINIR LA METODOLOGÍA PARA CUANTIFICAR CAPSAICINA Y DIHIDROCAPSAICINA EN SOLUCIÓN

Las tendencias actuales de la industria incluyen la sustitución de los aditivos sintéticos por productos naturales. Tal es el caso de los capsaicinoides, especialmente la capsaicina, a la cual se le han encontrado muchas aplicaciones no solo en la industria alimentaria (como saborizante en bebidas no alcohólicas), también en la farmacéutica (como anestésicos y analgésicos). De los inconvenientes que se presenta el utilizar estos compuestos es la irritación que producen.

Si se puede encontrar una metodología para la cuantificación de la sensación pungente que produce la capsaicina en solución será más fácil emplearla para evaluar la pungencia en otro tipo de capsaicinoides. De ahí el desarrollo de una metodología para la cuantificación de capsaicina en solución y en el caso

de la dihidrocapsaicina por que es el segundo capsaicinoide que se encuentra en mayor cantidad.

Como se trata de una nueva metodología se realizaron varias modificaciones en el transcurso de los ensayos para mejorar los resultados y así establecer al final las mejores condiciones para la evaluación. Cada vez que se modificó la metodología, previa a la evaluación se le explicó a los jueces como llevarla a cabo.

#### Primer ensayo para capsaicina 97% con una referencia

La evaluación de los capsaicinoides se llevó a cabo por medio de una prueba de proporciones y magnitudes. Su objetivo es asignar un valor a la pungencia de las muestras, de acuerdo a la o las referencias.

Se les presentó una serie de 7 muestras y una referencia. La referencia con valor de 200, que corresponde a 20 veces el valor del umbral de la capsaicina que fue de 0.056 ppm.

A los jueces se les indicó que primero probaran la referencia, después las muestras que se encontraban ordenadas de manera aleatoria y que otorgaran un valor a cada muestra según la intensidad de su pungencia con respecto a la producida por la referencia.

**Tabla 9. Muestras y referencia utilizadas para Primer ensayo para evaluar capsaicina 97% con una referencia.**

[capsaicina]ppm	0	0.112	0.224	0.448	0.672	0.896	<b>1.12</b>
Valor teórico	0	20	40	80	120	160	<b>200</b>

**El cuestionario de la prueba se presenta en la parte de Anexos 1 pag 66.**

#### Segundo ensayo para capsaicina 97% con dos referencias

Los resultados de la primera prueba cuyo análisis y tablas aparecen en el apartado correspondiente estuvieron subestimados, ya que los valores otorgados por los jueces son casi la mitad del valor teórico por lo que en la segunda prueba de proporciones y magnitudes se pusieron dos referencias la primera con un valor de 100 que corresponde a 10 veces el valor de la concentración umbral y en la segunda se mantuvo el valor de 200 que

corresponde a 20 veces la concentración umbral; las muestras de referencia se presentaron en orden creciente de concentración de capsaicina.

Las concentraciones de capsaicina evaluadas y su valor teórico en base a las referencias se presentan en la tabla 10. Segundo ensayo para capsaicina 97% con dos referencias

A los jueces se les indicó. "Probar primero las referencias presentadas de menor a mayor concentración y después otorgar un valor a cada muestra según la intensidad de su pungencia con respecto a la producida por la referencia". Las muestras se presentan de manera aleatoria. Dentro de las muestras evaluadas se encuentran concentraciones iguales a las referencias.

**Tabla 10. Muestras y referencias utilizadas para segundo ensayo para evaluar capsaicina 97% con dos referencias.**

[capsaicina]ppm	0	0,056	0,224	<b>0,56</b>	0,672	0,896	<b>1,12</b>
Valor teórico	0	10	40	<b>100</b>	120	160	<b>200</b>

**El cuestionario de la prueba se presenta en la parte de Anexos 1 pag 67.**

### Tercer ensayo para capsaicina 97% con tres referencias

En base a los resultados obtenidos en las dos pruebas anteriores, se decidió realizar nuevas modificaciones que permitieran obtener una mejor cuantificación de la pungencia, para ello se diseñó la tercera prueba de proporciones y magnitudes.

En esta prueba se realizaron tres modificaciones.

- Se mantuvieron las dos referencias usadas (R2=100 y R3= 200) pero se agrega una tercera R1= 0, para controlar la sobreestimación del valor del agua, que se observó en la prueba anterior.
- Se le indicó a los jueces probar las referencias, enjuagarse con agua y/o morder una galleta habanera y esperar 2 min. antes de empezar con las muestras esto para evitar o disminuir la influencia de las referencias en la evaluación de las muestras (Prescott, 1998).
- Las muestras se presentaron de manera ascendente a su concentración, para evitar la desensibilización. (Que se da cuando se prueba una muestra muy concentrada y después se evalúa una de las menos concentradas).

La metodología de esta prueba con las modificaciones antes mencionadas fue la siguiente.

Los jueces tienen 7 muestras. Probaron primero las 3 referencias, primero la 0 ppm, seguida de la de 0.56 ppm y por último la de 1.12 ppm, se enjuagaron y esperaron 2 minutos, antes de evaluar las muestras. Evaluaron las muestras de izquierda a derecha y otorgaron un valor a cada muestra según la intensidad de la pungencia percibida con respecto a la producida por las referencias.

Con esta tercera referencia se controló la sobreestimación del valor del agua y se observa que los promedios se mantienen cercanos al valor real. (ver en Resultados).

**Tabla 11. Muestras y referencias utilizadas para Tercer ensayo para evaluar capsaicina 97% con tres referencias**

[capsaicina]ppm	<b>0</b>	0,056	0,224	<b>0,56</b>	0,672	0,896	<b>1,12</b>
Valor teórico	<b>0</b>	10	40	<b>100</b>	120	160	<b>200</b>

**El cuestionario de la prueba se presenta en la parte de Anexos 1 Pág. 68.**

Con base en los resultados arrojados en esta prueba se decide utilizar estas condiciones para evaluar a la dihidrocapsaicina.

Primer ensayo para dihidrocapsaicina 90% con tres referencia

Se evaluó dihidrocapsaicina con las condiciones de la tercera prueba de proporciones y magnitudes para capsaicina.

- Se utilizó la misma proporción de las referencias y las muestras para capsaicina pero tomando la concentración umbral de dihidrocapsaicina los valores de las referencias fueron 3, 0 ppm, 1.63 ppm, 3.26 ppm, respectivamente.
- Los jueces después de probar las referencias se enjuagaron y esperaron 2 minutos antes de empezar a evaluar las muestras
- Las muestras se acomodaron de manera ascendente a su concentración

**Tabla 12. Muestras y referencias utilizadas para el primer ensayo para evaluar dihidrocapsaicina 90% con tres referencias**

[dihidrocapsaicina] ppm	<b>0</b>	0,163	0,652	<b>1,63</b>	1,956	2,608	<b>3,26</b>
Valor teórico	<b>0</b>	10	40	<b>100</b>	120	160	<b>200</b>

**El cuestionario de la prueba se presenta en la parte de Anexos 1 Pág. 69.**



Los resultados de esta prueba fueron (como se puede observar en el punto de Resultados Pág. 36-37) cercanos a los valores reales para cada concentración, sin embargo los jueces indicaron la dificultad en la evaluación de las muestras debido a la alta pungencia de las referencias con valor de 100 y 200. Con base a esto se modificaron las concentraciones de las referencias para la dihidrocapsaicina.

### Segundo ensayo para dihidrocapsaicina 90% con tres referencias

Se disminuye la concentración de las referencias la segunda con un valor de 100 (1.63ppm) se cambia a 40 (0.652 ppm) y la tercera referencia, de 200 (3.26ppm) cambia a 160 (2.60 ppm)

**Tabla 13. Muestras y referencias utilizadas para el segundo ensayo para evaluar dihidrocapsaicina 90% con tres referencias**

[dihidrocapsaicina] ppm	<b>0</b>	0,16	<b>0,652</b>	1,63	1,956	<b>2,608</b>	3,26
Valor teórico	<b>0</b>	10	<b>40</b>	100	120	<b>160</b>	200

**El cuestionario de la prueba se presenta en la parte de Anexos 1 Pág. 70.**

A excepción del cambio de referencias la metodología de esta prueba es la que se describió en la cuarta prueba de proporciones y magnitudes.

### Tercer ensayo para dihidrocapsaicina 90% con tres referencias

Los resultados de la prueba anterior que se observan en el apartado de resultados en la Pág. 37, indican que los jueces subestiman el valor de la última muestra, por que están acostumbrados a evaluar con los extremos así que se decidió realizar otra modificación que consistió en eliminar la última muestra y añadir concentraciones intermedias.

En esta prueba se mantienen las referencias de la prueba pasada, es decir las referencias son R1=0, r2=40 y R3=160. Las modificaciones son:

- Se elimina la muestra más concentrada con un valor de 200 y la escala va de 0 a 160.
- En esta prueba los jueces pudieron volver a probar las referencias si era necesario pero tenían que indicar con un asterisco la referencia que evaluaban más de una vez, después se enjuagaban antes de evaluar las muestras.

**Tabla 14. Muestras y referencias utilizadas para el tercer ensayo para evaluar dihidrocapsaicina 90% con tres referencias**

[dihidrocapsaicina] ppm	<b>0</b>	0,162	0,652	1,454	<b>1,63</b>	1,956	2,282	<b>2,61</b>
Valor teórico	<b>0</b>	10	40	80	<b>100</b>	120	140	<b>160</b>

**El cuestionario de la prueba se presenta en la parte de Anexos 1 Pág. 71.**

La metodología seguida en esta prueba se describe a continuación.

Se evaluaron 8 muestras y 3 referencias. Primero probaron las referencias, se enjuagaron y esperaron dos minutos antes de evaluar las muestras que se encontraban presentadas de manera ascendente a su concentración. Después de evaluar las muestras asignaron un valor a las muestras con respecto al valor de las referencias. Si lo consideraron necesario podían volver a evaluar las referencias pero debían enjuagarse después de hacerlo e indicar con un asterisco la referencia que se volvió a probar.

Una vez que los jueces reconocieron la sensación pungente, se evidenciaron los factores y la manera en que influyen en la evaluación de la pungencia; tomando en cuenta los resultados de las pruebas antes mencionadas, la prueba que se propone para la cuantificación de la capsaicina y la dihidrocapsaicina en solución es una prueba de proporciones y magnitudes modificada.

Las metodologías que arrojaron resultados repetitivos y confiables se encuentran descritas en la parte de resultados pags. 47-48 para capsaicina en la y pag 51-52 para dihidrocapsaicina.

#### SOLUCIONES STOCK DE CAPSAICIONIDES

Se prepara 1 litro de la solución y se trabaja con partes por millón. El rango de mg que se pesan de cada capsaicinoide fue de 13 a los 17 mg, estos miligramos se solubilizaron en la mínima cantidad de etanol, los volúmenes que se utilizaron van de los 30-35 mL de dependiendo de la cantidad y de que capsaicinoide sea, la dihidrocapsaicina es menos soluble a la capsaicina.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis sensorial ha evolucionado de forma importante en los últimos 50 años, considerándose hoy día una ciencia con un elevado número de aplicaciones en la industria alimentaria. No debe olvidarse que puesto que la evaluación sensorial es una ciencia, como tal debe prestar especial atención a la precisión, exactitud y sensibilidad de los métodos y técnicas empleadas y evitar en lo posible las vías de error (Lawless y Heymann, 1998).

### a. SELECCIÓN DE JUECES

Para la selección de jueces las primeras pruebas que se realizaron fueron las pruebas de umbral para los cuatro gustos básicos.

Los umbrales de los cuatro gustos básicos de las personas que se seleccionaron para ser jueces se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 17. Valores de Umbrales para los cuatro gustos básicos del grupo de jueces y los reportados por Casillas, 1996.**

Gusto	[Umbral] jueces	[Umbral] Casillas
Dulce	0.418 %	2 %
Ácido	0.022 %	0.07 %
Amargo	0.013 %	0.07 %
Salado	0.057 %	0.2 %

(Casillas, 1996)

Comparando los umbrales obtenidos con los reportados por Casillas los valores son menores, esto podría deberse a que la mayoría de los jueces son personas de entre 22-24 años mientras que los jueces evaluados por Casillas son personas por arriba de los 25 años. Esto confirma lo ya reportado por otros autores, (Pedrero y Pangborn, 1997) quienes mencionan que a mayor edad aumenta el valor de umbral, debido a la disminución de percepción, además que gran parte de los jueces no fuman, ni consumen café con frecuencia.

Se puede observar que el umbral para el gusto Dulce es el que presenta mayor umbral, ya que la mayoría de las personas, se encuentran habituadas por su alto consumo, por lo que requieren mayor concentración para su percepción.

También se realizaron pruebas triangulares, de olores y de memoria olfativa, los resultados se muestran a continuación en la tabla 18.

### ***Pruebas triangulares***

En las pruebas triangulares se puede observar que el porcentaje de aciertos es mayor al 60% que es el porcentaje que mencionan algunos autores en este tipo de pruebas, como recomendación para que un individuo sea elegido como juez (ASTM, 1981).

Las muestras que presentan problemas en su diferenciación son el queso y la piña enchilada con un porcentaje de aciertos 87.5% y > 60% respectivamente, lo que indica que todos los jueces tienen una buena capacidad discriminante, ya que las muestras evaluadas presentaban características similares lo que dificultaba la evaluación.

### ***Prueba general de olores y memoria olfativa***

Hay un aumento de aciertos de la prueba general de olores a la de memoria olfativa. Demuestra que los jueces tienen la capacidad de reconocer los olores y asociar los a un nombre cumpliendo así con el entrenamiento del sentido del olfato.

Uno de los olores que presenta el aumento en su porcentaje de percepción es el olor a cebolla en la prueba general su porcentaje es de 31.25% y en la memoria olfativa el porcentaje aumenta a 81.25%, lo mismo ocurre con los olores notas verdes y hierbabuena.

Los olores más fácilmente perceptibles fueron, en la prueba general de olores, canela, hierbabuena, notas verdes. En memoria olfativa se repiten los anteriores y se agregó el olor a café.

Entre los olores que presentaron una mayor dificultad de percepción estuvieron, en la prueba general de olores el de naranja y en la memoria olfativa se repitió naranja, junto con mandarina y limón.

**Tablas 18. Resultados de las pruebas para la selección de jueces**

	Pruebas triangulares		Prueba general de olores		Memoria Olfativa	
	Se realizaron 5 pruebas*		Se utilizaron 5 olores**		Se utilizaron 10 olores***	
Juez	# Aciertos	% Aciertos	# Aciertos	% Acierto	# Aciertos	% Aciertos
1	4	80	3	60	7	70
2	4	80	1	20	5	50
3	3	60	3	60	7	70
4	4	80	2	40	3	30
5	5	100	3	60	6	60
6	4	80	2	40	6	60
7	4	80	3	60	7	70
8	5	100	3	60	5	50
9	5	100	2	40	6	60
10	5	100	1	20	4	40
11	4	80	2	40	7	70
12	5	100	2	40	4	40
13	4	80	2	40	7	70
14	5	100	2	40	6	60
15	5	100	4	80	10	100
16	4	80	0	0	5	50
Promedio		87.5 %		43.75 %		59.37%

\* Las muestras evaluadas fueron Queso panela, Jamón tipo York, yogurt Natural, Refresco de cola, Piñitas deshidratadas con chile.

\*\* Las muestras utilizadas para esta prueba fueron Cebolla, Hierbabuena, Mandarina oil, Canela y Notas Verdes.

\*\*\* Las muestras de olor fueron Cebolla, Hierbabuena, Mandarina oil, Canela, Notas Verdes, fresa, mantequilla, café, limón, y naranja.

Dentro de las pruebas que se realizaron para la selección de jueces esta la de ordenación de cuatro series con diferentes sensaciones dulce, ácido, salado y pungente. Los resultados de los jueces de esta prueba se muestran a continuación en la tabla.

**Tabla.19 Resultados de la prueba de ordenación para la selección de jueces.**

Juez	Dulce		Ácido		Salado		Picante	
	# Aciertos	% Aciertos	# Aciertos	% Aciertos	# Aciertos	% Aciertos	# Aciertos	% Aciertos
1	5	100	3	60	5	100	3	60
2	2	40	5	100	5	100	3	60
3	1	20	5	100	3	60	1	20
4	3	60	2	40	5	100	1	20
5	3	60	2	40	3	60	5	100
6	3	60	5	100	5	100	5	100
7	5	100	3	60	5	100	0	0
8	5	100	5	100	3	60	3	60
9	5	100	5	100	3	60	0	0
10	3	60	5	100	3	60	2	40
11	5	100	5	100	5	100	3	60
12	1	20	5	100	3	60	3	60
13	5	100	5	100	5	100	2	40
14	5	100	5	100	5	100	0	0
15	3	60	3	60	5	100	5	100
16	3	60	5	100	5	100	1	20
<b>Promedio</b>		<b>71.25 %</b>		<b>85%</b>		<b>85%</b>		<b>46.25%</b>

Las series con mayor porcentaje de acierto son la serie del gusto ácido y salado con un 85% de acierto le sigue el gusto Dulce con un 71.25% estos porcentajes son comprensibles se tratan de gustos con los cuales los jueces se encuentran muy familiarizados, ya que se perciben con mayor frecuencia en los alimentos que a diario se ingieren.

Para la prueba de ordenación la serie que presenta menor porcentaje de aciertos es la serie con la sensación de pungencia con un 46.25%, esto se debió a que los jueces no están muy familiarizados con la evaluación de esta sensación, además de que se trata de una sensación que no es tan fácil de evaluar debido a la pungencia.

### **b. ENTRENAMIENTO**

En la etapa de entrenamiento participaron 16 personas que fueron seleccionados, por presentar, una buena capacidad discriminante, bajos

umbrales, reconocimiento de los gustos básicos y buena memoria olfativa, además se anexaron al grupo 4 jueces entrenados del proyecto titulado LA INFLUENCIA DE LOS CAPSAICINOIDES EN LA PERCEPCIÓN DE LOS GUSTOS BÁSICOS (Hernández, 2006). El grupo final quedó conformado por 20 jueces, 15 mujeres y 5 hombres, con un promedio de edad de 24.93 años.

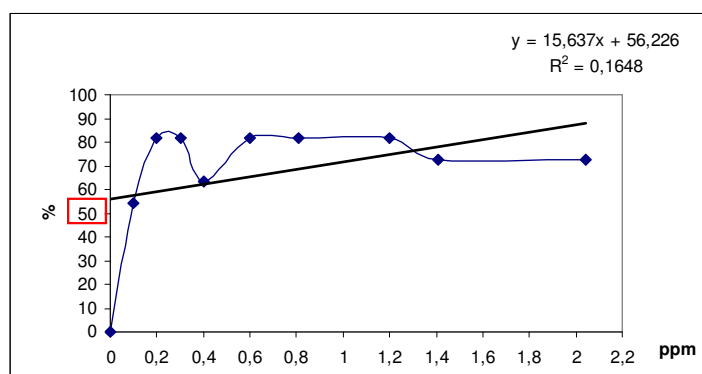
#### PRUEBA DE UMBRAL DE CAPSAICINOIDES

Las primeras pruebas que se realizaron en el entrenamiento fueron las pruebas umbrales para los capsaicoides

#### Primera Prueba umbral del estándar de capsaicina al 65%:

El estándar que se utilizó para determinar el umbral de capsaicina al 65%, fue una muestra compuesta por aproximadamente 65% de capsaicina y 35% dihidrocapsaicina (Sigma).

En esta prueba no se pudo calcular el valor umbral, debido a que en la primera concentración 0.1ppm, el 54.54% de los jueces detectaron la sensación de pungencia. Esto indica que el valor umbral se encuentra por debajo de esta concentración (Gráfica 1), cuando se calculó con la ecuación de la recta el número que corresponda al 50% de percepción, dio un valor negativo de - 0,39 ppm, el cual, no se puede tomar como valor de umbral, esto se explica por el uso de concentraciones supra-umbral sin incluir a las concentraciones sub-umbral.

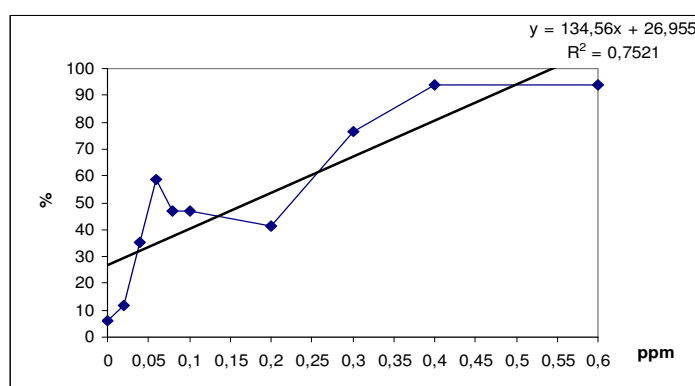


**Gráfica 1. Primera prueba umbral del estándar de capsaicina al 65%.**

Por lo tanto para la segunda prueba fue necesario trabajar con concentraciones menores a 0.1ppm., para incluir concentraciones sub-umbrales.

### Segunda Prueba umbral del estándar de capsaicina al 65%

Se agregan cuatro concentraciones 0.02 ppm, 0.04 ppm, 0.06 ppm y 0.08, y se eliminaron las últimas cuatro 0.81, 1.2 ppm, 1.41 ppm 2.04 ppm. Con esto se mantuvo el mismo número de muestras y se elimina la posibilidad de saturación por la cantidad de estas. La escala quedó en un rango de 0 ppm a 0.6 ppm. Los resultados se muestran en la gráfica 2.



**Gráfica 2. Segunda prueba umbral del estándar de capsaicina al 65%.**

En la gráfica 2 se puede observar que las concentraciones utilizadas ya comprenden concentraciones sub-umbrales, conteniendo la concentración umbral que es 0.171 ppm y concentraciones supra-umbrales. Con este nuevo rango de concentraciones se calculó el umbral y mejoró el coeficiente de regresión.

### Prueba umbral del estándar de capsaicina al 97%

Para el cálculo del umbral de la capsaicina al 97%, se trabajó con un rango de concentración de 0 ppm a 0.6 ppm.

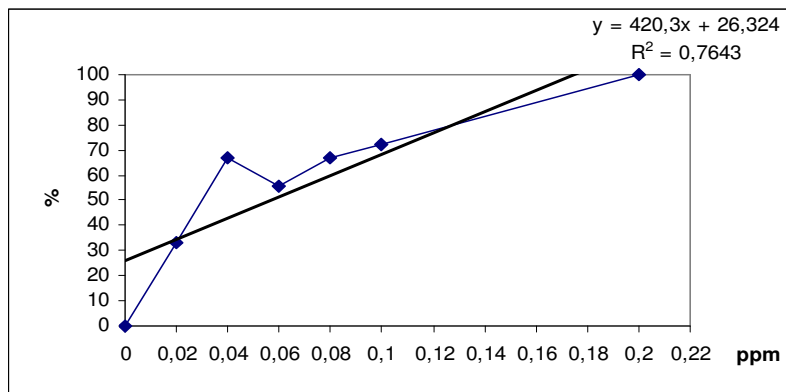
El estándar utilizado fue una muestra de capsaicina al 97% de la compañía ALDRICH.

El umbral calculado para la capsaicina 97% fue 0.056 ppm. Este valor es muy cercano al reportado por un grupo de jueces españoles cuyo valor fue de 0.05 ppm para un estándar con similar concentración (Ordoñez, 2002).

Esta similitud no se esperaba ya que en España el consumo de chile no es muy similar al de México.

La representación gráfica de los resultados se muestra a continuación.





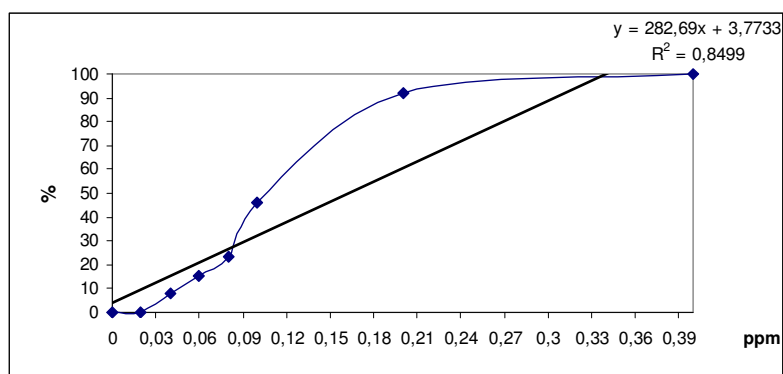
**Gráfica 3 Prueba umbral del estándar de capsaicina al 97%.**

En base a la escala de Scoville la dihidrocapsaicina tiene el mismo valor de pungencia que la capsaicina con un valor de 16 000000 unidades Scoville (López, 2003) por lo que se esperaba que el estándar al 65% (65% capsaicina-35% dihidrocapsaicina) presentara un umbral cercano al encontrado con el estándar al 97%. Sin embargo se encontró que para el estándar capsaicina 65% el umbral fue 0.171 ppm más del doble que el de la capsaicina 97% que fue de 0.056 ppm.

**Estos resultados hacen suponer que el método de Scoville para medir pungencia tiene que ser revisado ya que los resultados obtenidos permiten suponer que la dihidrocapsaicina posiblemente tiene un valor menor de pungencia que la capsaicina.**

#### Prueba umbral del estándar de dihidrocapsaicina al 90%

El estándar utilizado fue Dihidrocapsaicina 90% (SIGMA-ALDRICH). Las concentraciones evaluadas fueron las mismas que las utilizadas en la últimas pruebas y el valor umbral encontrado para dihidrocapsaicina 90% fue 0.1635 ppm, casi el triple al encontrado para capsaicina 97 %, que fue 0.056 ppm, **con esto se podría pensar que Scoville sobreestimó el valor pungente de la dihidrocapsaicina, al darle el mismo valor de pungencia que la capsaicina; y también explicaría la diferencia de umbrales entre capsaicina 65% (65% capsaicina, 35% dihidrocapsaicina) y capsaicina 97%.** La representación gráfica de los resultados de esta prueba se muestra en la gráfica 4.



**Gráfica 4. Prueba umbral del estándar de dihidrocapsaicina al 90%.**

Esta sobre estimación que hace Scoville se puede deber a la solución de sacarosa al 5%, con la cual se preparan las soluciones para evaluar la pungencia por el método del mismo nombre.

Se sabe que existe un cambio en la percepción de los gustos básicos cuando se les agrega un capsaicinoide, este fenómeno se estudio en el trabajo LA INFLUENCIA DE LOS CAPSAICINOIDES EN LA PERCEPCION DE LOS GUSTOS BÁSICOS (Hernández, 2006).

En el caso del gusto dulce se realizaron varias pruebas con diferentes porcentajes de sacarosa y en todas las evaluaciones se observa que al aumentar el contenido de capsaicinoides disminuye la percepción del gusto dulce. (Hernandez, 2006)

No se conoce si ocurre lo contrario, que un gusto básico (dulce) afecte en la percepción de la pungencia. Aunque en el artículo "Sensory characteristics of heat-processed and fresh tomato salsa containing honey"; se observó que en Salsas de tomate frescas y en las sometidas a procesos térmicos, al aumentar el nivel de miel disminuía la intensidad de ardor más que cuando se disminuía los niveles de capsaicina (Allison, et al., 1999).

Por lo que se realizaron pruebas de umbral de los capsaicinoides, capsaicina 97% y dihidrocapsaicina 90% en soluciones de sacarosa al 5%.

## PRUEBA DE SCOVILLE

Es el método sensorial utilizado para cuantificar la pungencia por medio de soluciones con sacarosa al 5%, que contienen de extracto alcohólico (este

depende de cada chile) otorgándole un valor de pungencia en unidades Scoville.

### Primera prueba de Scoville

Se prepararon las soluciones para chile guajillo, chile de árbol y chile piquín de acuerdo a la metodología descrita ( Apartado de metodología) y se evaluaron. Las concentraciones que se utilizaron y los resultados, se encuentran en la tabla 20.

**Tabla 20. Resultados de la prueba de Scoville para tres muestras de chile.**

		# jueces que perciben la pungencia de a muestra	% de jueces que detectan la pungencia en la muestra
<b>[guajillo]</b> g/mL	<b>1.7E-06</b>	1	8.33
	<b>2E-06</b>	3	25
	<b>2.5E-06</b>	4	33.33
[piquín] g/mL	1.7E-06	4	33.33
	2E-06	2	16.67
	2.5E-06	3	25
<b>[árbol]</b> g/mL	<b>3.8E-06</b>	4	33.33
	<b>4E-06</b>	3	25
	<b>4.6E-06</b>	2	16.67

Al analizar los resultados de la tabla 20, se observó que para ningún chile la respuesta de percepción de pungencia ni siquiera es mayor al 40%, en consecuencia no se pudo definir el valor Scoville, ya que para definir el valor se requiere que la respuesta de reconocimiento sea  $\leq 60\%$ <sup>1</sup>.

Se realizó una segunda prueba aumentando el volumen del extracto alcohólico y el número de muestras, como se quiso evitar que los jueces se saturaran consecuencia del aumento del número de muestras en cada serie, se realizó la segunda prueba con chile piquín únicamente.

---

<sup>1</sup> La respuesta del equipo se considerará positiva cuando sean positivas las respuestas de tres de los cinco catadores, que en porcentaje es el 60%. (J. Sancho, et al. ,2002).

## Segunda prueba de Scoville

Las muestras fueron evaluadas por ocho jueces. Se prepararon cinco muestras al doble de volumen de extracto alcohólico que en la prueba pasada. Se presentan las concentraciones y resultados de la prueba en la tabla 21.

**Tabla 21. Resultados de la segunda prueba de Scoville para chile piquín.**

[piquín] g/mL	# de jueces que detectan pungencia en la muestra	% de jueces que detectan la pungencia en la muestra
2.8 E-06	2	25
3.36 E-06	2	25
4 E-06	2	25
5.04 E-06	3	37.5
6.4 E-06	3	37.5

Por segunda ocasión el valor de pungencia por el método Scoville no se pudo determinar debido a que el porcentaje de jueces que detectan la pungencia en las muestras continuó siendo menor al definido para considerar la prueba positiva. Al aumentar el volumen de extracto alcohólico al doble se percibió la sensación amarga ocasionada por la combinación del etanol con el que se realiza la extracción y la sacarosa al 5% que se utiliza preparar las soluciones, cosa que interfirió en la evaluación.

Esto ya había sido reportado por otros autores. Betts (1999) reportó que este método se basa directamente en la percepción de la pungencia humano por lo que resulta un método subjetivo e irreversible. Y como se observa en los resultados la prueba de Scoville no fue reproducible.

Ya que no toma en consideración la influencia que hay en la percepción de la pungencia a causa de la sacarosa al 5%, ni la del etanol.

En la metodología para la prueba de Scoville (Sancho, 2002) no se especifica si el valor de Scoville es para un chile fresco, maduro o uno ya procesado (en polvo), siendo esto un factor importante ya que se ha reportado que, uno de los factores que modifica el picor en los chiles es el grado de madurez del fruto (Robert, 1985).

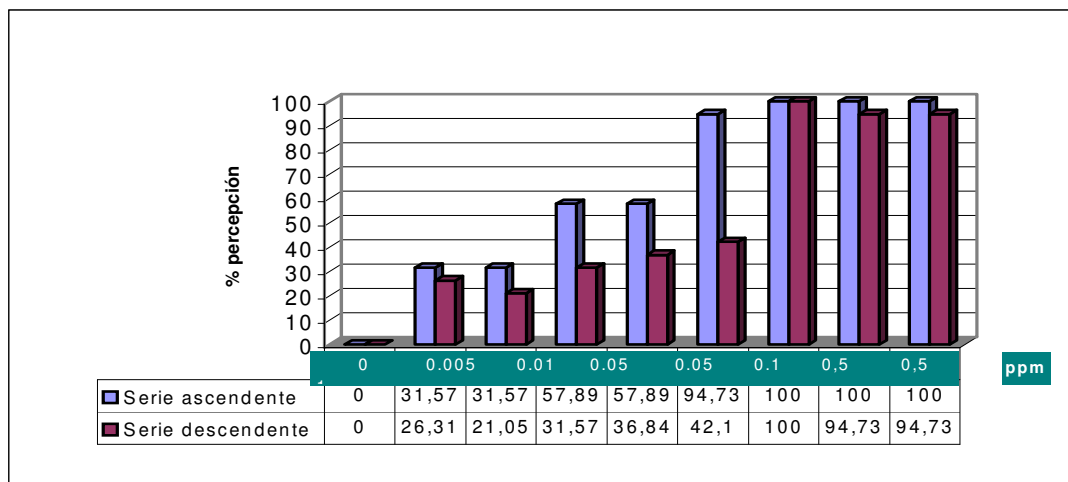
## PRUEBA DE SENSIBILIZACIÓN y DESENSIBILIZACIÓN

Un factor importante a considerar, es la sensibilización o la desensibilización en los jueces, es por esto que se realizó la prueba, para así conocer que tanto repercutían en los jueces estos fenómenos.

Las condiciones de la prueba se presentan en el apartado de metodología.

### Prueba para conocer los efectos de sensibilización y desensibilización por capsaicina 97%

El primer capsaicinoide en evaluar es la capsaicina 97%. Se evaluaron dos series idénticas, una se evaluó de manera ascendente y otra de manera descendente con respecto a su concentración. Los resultados obtenidos se



muestran en la gráfica 5.

#### **Gráfica 5. Resultados de la prueba de los efectos de sensibilización y desensibilización para un estándar de capsaicina al 97%.**

Los resultados son promedio de la evaluación de 18 réplicas.

#### **Serie ascendente**

En esta serie no se observa ni sensibilización ni desensibilización ya que el comportamiento de los porcentajes es creciente con forme aumenta la concentración.

Lo que indica que a estas concentraciones y evaluando de manera ascendente las muestras, los jueces no presentan ninguno de los dos fenómenos.

### Serie descendente

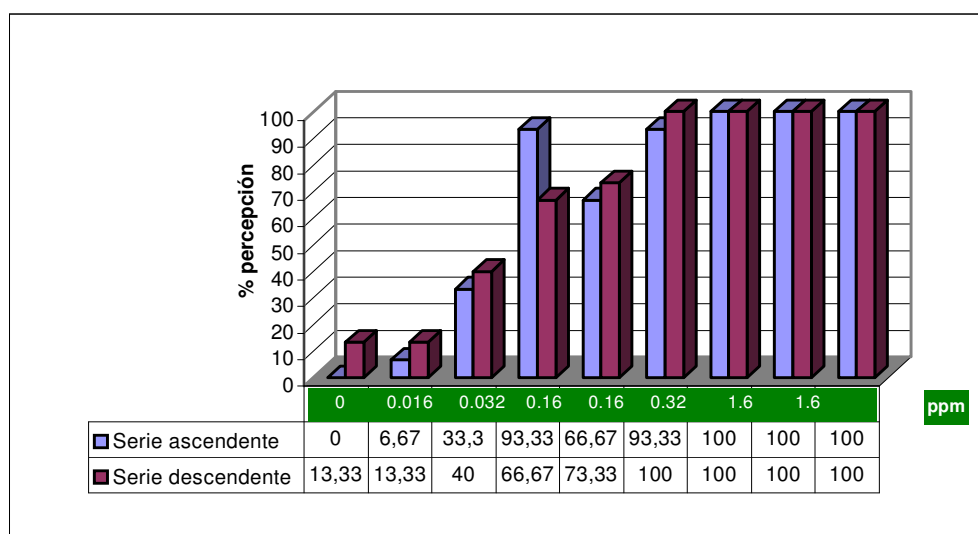
En esta serie se observa que hay una desensibilización en la concentración 1 ppm y 0.5 ppm con un porcentaje de 94.73, en ambos casos. Esta desensibilización se dá por que la concentración provoca que los jueces dejen de percibir el estímulo y por número de muestras ya evaluadas.

### Comparación entre series

Cuando se comparan los valores de porcentajes de percepción entre series se observó que hay una diferencia muy grande en la concentración 0.1 ppm, en la serie ascendente su % es 94.73 mientras que para la serie descendente es 42.1%, lo que indica que la manera en que se presentan las muestras si afecta en la evaluación de los jueces.

### Prueba para conocer los efectos de sensibilización y desensibilización por dihidrocapsaicina 90%

Se realizó la misma prueba para la dihidrocapsaicina. Los resultados de esta prueba se muestran en la gráfica 6.



**Gráfica 6. Resultados de la prueba de los efectos de sensibilización y desensibilización para el estándar de dihidrocapsaicina al 90%.**

Los resultados son promedio de la evaluación de 18 réplicas.

### Serie ascendente

En el caso de dihidrocapsaicina se observa que el porcentaje de percepción no siguió el comportamiento esperado que es, que el porcentaje de percepción aumente conforme aumenta la concentración o que este sea muy similar cuando dos muestras tienen la misma concentración. Este comportamiento no se cumple en la segunda concentración 0.16 ppm a causa de la

desensibilización, ya que para esta concentración el porcentaje disminuyó de 99.33% a 66.67%.

Después de este punto ya no se presenta ningún fenómeno ya que el porcentaje de percepción aumenta conforme aumenta la concentración.

### **Serie descendente**

Se observa que conforme disminuye la concentración de dihidrocapsaicina disminuye el porcentaje de percepción excepto en la última concentración que se evalúa que en esta serie es la muestra que no contiene dihidrocapsaicina (0 ppm).

Cuando se evaluó la muestra sin capsaicina se encontró un error de anticipación<sup>2</sup>, los jueces esperaban encontrar la sensación pungente en las muestras y por tanto anticiparon su respuesta cuando esta no se encuentra por que no tiene dihidrocapsaicina que daría la pungencia.

### **Comparación entre series**

Se observó el fenómeno de sensibilización en la muestra con concentración 0.016 ppm en la serie ascendente que tuvo 6.67% de percepción, mientras que en la serie descendente aumentó a 13.33 % de percepción el doble, aunque se trataba de la misma muestra. La sensibilización se dio cuando se evaluó de manera descendente, y es consecuencia de la evaluar una muestra más concentrada y después una muestra menos concentrada.

De estas pruebas se observó que si influye si las muestras se evalúan de manera ascendente y descendente. Ya que se presenta más el efecto de sensibilización y desensibilización cuando se evaluó de manera descendente (de mayor a menor concentración).

Tanto capsaicina como dihidrocapsaicina, la sensibilización y la desensibilización que presentan no es tan perceptible esto es por las concentraciones que se utilizan, caso contrario a la reportada en el artículo *Capsaicin desensitization and recovery on the human tongue* en donde la desensibilización continua durante seis días a ciertas concentraciones, esto es por que se manejaron rangos de 10 a 100 ppm (Barrer, 1991).

---

<sup>2</sup> Error de anticipación: Este error se da cuando los jueces perciben una sensación cuando no existe tal.

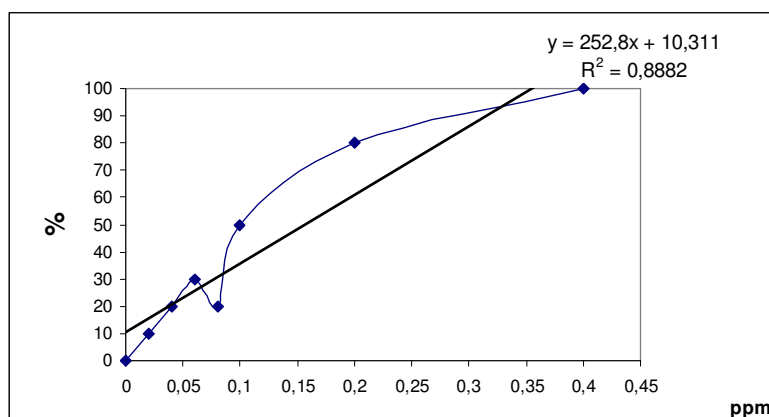
## PRUEBAS DE UMBRAL DE LOS ESTÁNDARES DE DIHIDROCAPSAICINA 90% Y CAPSAICINA AL 97% EN SOLUCIÓN DE SACAROSA AL 5%.

Esta prueba se realizó para observar si la diferencia encontrada entre los valores de umbral entre capsaicina 65%, capsaicina 97% y dihidrocapsaicina 90%, es debida a la presencia del gusto básico Dulce.

Las dos pruebas se realizaron en una sesión el primer capsaicinoide que se evaluó fue la dihidrocapsaicina al 90%.

### Umbral dihidrocapsaicina 90% en solución de sacarosa.

De la siguiente gráfica se obtuvo el umbral de la dihidrocapsaicina 90% utilizando sacarosa al 5% como disolvente en sustitución del agua.



**Gráfica 6. Resultados de la prueba umbral del estándar de dihidrocapsaicina al 90% en solución de sacarosa.**

El valor es de 0.157ppm, comparado con el umbral obtenido para la dihidrocapsaicina 90% disuelta en agua que fue de 0.1635 ppm, se puede observar que no hay una gran diferencia, de hecho, el valor de umbral es un poco menor cuando se evalúa con sacarosa al 5%. Es decir la presencia del gusto dulce no afectó de manera significativa la sensación pungente de la dihidrocapsaicina.

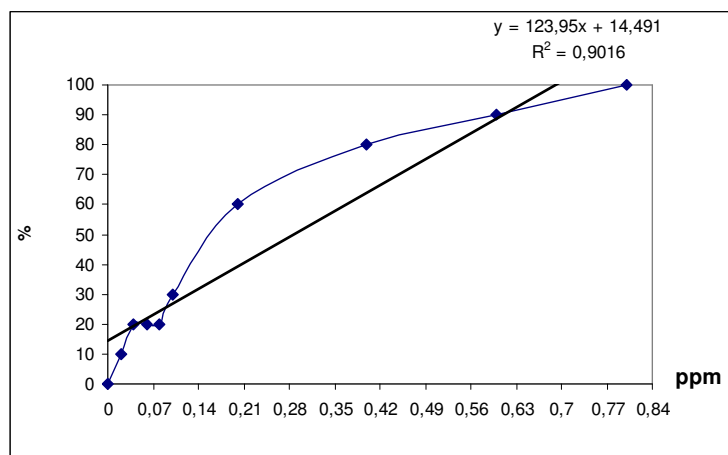
A continuación se realizó la prueba del umbral de estándar de capsaicina al 97% en solución de sacarosa al 5% para saber si el comportamiento observado en la dihidrocapsaicina era el mismo para la capsaicina al 97%.



### Umbral capsaicina al 97% en solución de sacarosa.

En la gráfica 7 están representados los resultados de la prueba, de ella se obtuvo que el umbral para el estándar de capsaicina al en solución de sacarosa 97% fue 0.286 ppm, comparando este valor de umbral con el umbral obtenido del estándar de capsaicina al 97% que fue de 0.056ppm se observa que hay mucha diferencia ya que el valor obtenido al realizar la evaluación en solución de sacarosa fue casi 4 veces más que el del umbral de capsaicina al 97%, evaluado en agua.

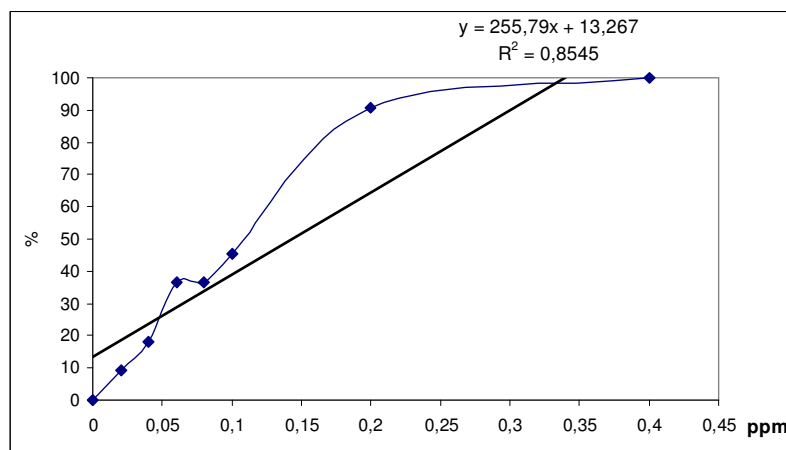
Esto indica que la capsaicina 97% si se ve afectada por la presencia del gusto dulce y provoca que se le asigne un valor menor de pungencia cuando se evalúa por el método Scoville.



**Gráfica 7. Resultados de la prueba umbral del estándar de capsaicina al 97% en solución de sacarosa.**

### Prueba de confirmación Umbral capsaicina 97% con sacarosa.

Para corroborar lo obtenido en la prueba pasada, se repitió la prueba. Los resultados gráficos de esta prueba se muestran a continuación.



**Gráfica 8. Resultados de la prueba de confirmación de umbral del estándar de capsaicina al 97% en solución de sacarosa.**

El umbral obtenido fue de 0.144 ppm, si hay diferencia con el valor de la primer prueba de umbral con sacarosa al 5% que fue de 0.286 ppm, por lo que se observa que los jueces no pueden evaluar dos series de capsaicinoides con sacarosa al 5% en una misma sesión ya que se saturan.

Sin embargo en las dos pruebas el valor obtenido es mucho mayor al del umbral de capsaicina 97% 0.056 ppm, evaluado en agua.

En conclusión la sacarosa al 5% con la que se preparan las soluciones para evaluar la pungencia por el método Scoville si afecta la percepción de la pungencia para la capsaicina 97%. **En la escala Scoville el valor de dihidrocapsaicina no esta sobreestimado como parecía, es el valor de la capsaicina el que está subestimado, por efecto de la sacarosa al 5%.**

Después de corroborar los efectos de sensibilización y desensibilización, y de observar la influencia del gusto dulce cuando se evalúa capsaicina, se propuso como metodología para la cuantificación de la capsaicina y dihidrocapsaicina en solución una prueba de proporciones y magnitudes modificada. Para llegar a la metodología que permitiera la evaluación de la pungencia se realizaron pruebas que tuvieron que ir siendo modificadas para obtener la mejor forma de evaluación, a continuación se describen las pruebas realizadas.

#### PREENSAYOS PARA DEFINIR LA METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE CAPSAICINA Y DIHIDROCAPSAICINA EN SOLUCIÓN

Todos los ensayos que a continuación se describen se realizaron con 12 jueces los resultados obtenidos así como los promedios, desviación y porcentaje de error corresponden a los resultados arrojados por este número de jueces.

##### Primer ensayo, estándar de capsaicina al 97%

Se evaluaron siete soluciones con diferentes concentraciones del estándar de capsaicina al 97%, teniendo cada muestra un valor proporcional al valor de 200 dado a la referencia dependiendo de su concentración. La concentración de la referencia fue 1.12 ppm del capsaicina al 97% que corresponde a veinte veces el valor obtenido del umbral de este estándar que fue de 0.056 ppm.

**Tabla 22. Resultados del primer ensayo para cuantificar capsaicina 97% con una sola referencia.**

[capsaicina] ppm	0	0.112	0.224	0.448	0.672	0.896	1.12
Valor teórico	0	20	40	80	120	160	200
Promedio del valor otorgado por los jueces	1,5	6,417	16,833	30,42	82,5	105,42	164,17
Desviación	3,06	10,16	17,43	14,37	41,81	72,031	73,418
% de Error		67,917	57,917	61,979	31,25	34,115	17,917

Como se observa en la tabla 22 los valores que se obtuvieron de la prueba, indicaron que era necesario agregar dos referencias más, ya que la evaluación de concentraciones intermedias presentaron los mayores porcentajes de error, pues comparando los promedios en este rango de concentraciones con los valores reales todos a excepción del agua que esta sobreestimada, presentaron valores menores al real, siendo en concentración menores a 0.448 ppm de capsaicina, menores incluso a la mitad del valor real. Lo que dio por resultados porcentajes de error mayores al 55%.

Por tanto, fue necesario continuar con el entrenamiento, anexando una referencia más, tratando con esto, que los jueces anclaran adecuadamente los puntos de la escala (ver Cuestionario en el Anexo 1). Para continuar con la estructuración de la escala y establecer entonces una metodología para la cuantificación de la pungencia, se diseñó el segundo ensayo.

#### Segundo ensayo, estándar de capsaicina al 97%

Para este ensayo se agregó una referencia más. Las referencias fueron 100 y 200, es decir 10 y 20 veces la concentración umbral.

Al agregar una segunda referencia se obtuvieron promedios más cercanos a, los valores teóricos, es decir los jueces evaluaron mejor la intensidad de la pungencia, pero se siguió observando la sobreestimación en el valor del agua. Esto puede deberse al efecto de desensibilización pues las muestras se encuentran de manera aleatoria, si se evalúa una muestra con alta concentración antes de evaluar el agua ocurre una desensibilización. Para las otras concentraciones se observó que el promedio del valor que otorgan los

jueces es más cercano al valor teórico en comparación con la primer prueba y el porcentaje de error disminuyó. Como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 23. Resultados del segundo ensayo para cuantificar capsaicina 97% con dos referencias.**

[capsaicina] ppm	0	0,056	0,224	0,56	0,672	0,896	1,12
Valor teórico	0	10	40	100	120	160	200
Promedio del valor otorgado por los jueces	28	11,67	24,583	91,67	112,1	130	165
Desviación	38,53	15,18	23,045	32,87	47,15	47,434	47,871
% de error		16,67	38,542	8,3333	6,5972	18,75	17,5

Para evitar la sobreestimación del agua se decidió agregar una referencia más con un valor de 0, una solución similar a la usada para preparar el estándar, pero sin la capsaicina; R = 0 y se modificó el modo de evaluación presentándose las muestras de manera ascendente.

#### Tercer ensayo, estándar de capsaicina al 97%

En esta prueba se utilizaron tres referencias R1= 0, R2= 100 y R3= 200, es decir se anclaron los puntos extremos y medio de la escala, además las muestras a evaluar se presentaron de manera ascendente a su concentración y se le indicó a los jueces que después de probar las referencias se enjuagaran y esperaran 2 min. antes de empezar la evaluación de las muestras. Los resultados del tercer ensayo se muestran en la siguiente tabla.

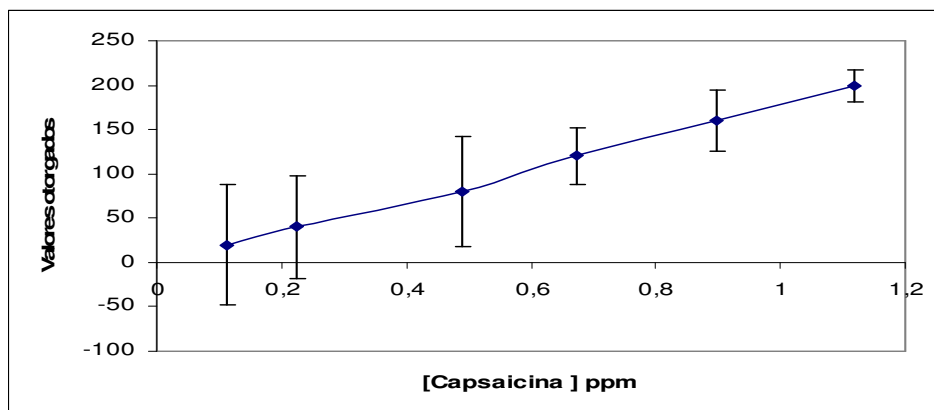
**Tabla 24. Resultados del tercer ensayo para cuantificar capsaicina 97% con tres referencias.**

[capsaicina] ppm	0	0,56	0,224	0,56	0,672	0,896	1,12
Valor teórico	0	10	40	100	120	160	200
Promedio del valor otorgado por los jueces	0	8,417	28,75	86,67	111,3	162,92	191,67
Desviación	0	5,408	19,162	37,71	49,33	33,693	60,668
% de error	0	15,833	28,125	13,333	7,2917	-1,823	4,1667

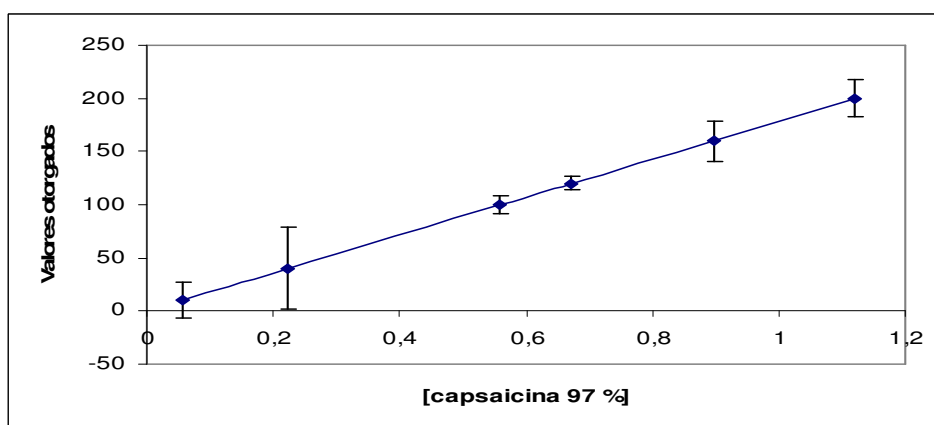
Como se puede observar en los resultados con esta tercera referencia se controló la sobreestimación del valor del agua y se observa que los promedios se mantienen cercanos al valor teórico (valor real).

## COMPARACIÓN DE ENSAYOS PARA CAPSAICINA 97%

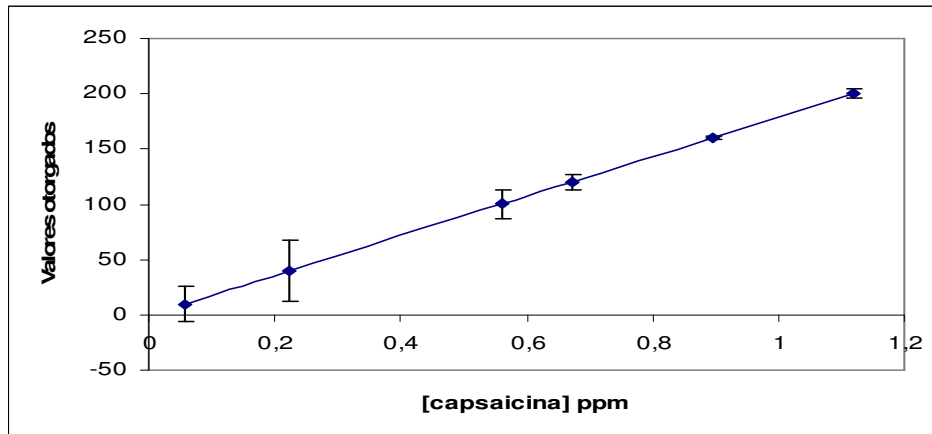
En las tres gráficas que a continuación se presentan (gráficas 9, 10 y 11) se muestra, el porcentaje de error de los ensayos para capsaicina 97%, con esos valores podemos saber que tan alejado estuvo el promedio del valor otorgado por los jueces, del valor teórico que le correspondía a cada muestra.



**Gráfica.9. Porcentaje de error del primer ensayo de capsaicina 97%** cada punto es el promedio de 12 réplicas.



**Gráfica.10. Porcentaje de error del segundo ensayo de capsaicina 97%** cada punto es el promedio de 12 réplicas.



**Gráfica11. Porcentaje de error del tercer ensayo de capsaicina 97%** cada punto es el promedio de 12 réplicas.

Claramente se observa que la prueba con menor porcentaje de error fue el tercer ensayo, por lo tanto esto indica que en el tercer ensayo es donde mejor se cuantificó la pungencia de las soluciones de capsaicina a las concentraciones estudiadas ya que los jueces otorgaron a las muestras valores muy cercanos a los reales, y aun en la concentración de 0.2 ppm el valor del error disminuyó.

## METODOLOGÍA SENSORIAL PARA CUANTIFICAR CAPSAICINA EN SOLUCIÓN

En base a los resultados anteriores, la metodología que arrojó los mejores valores teóricos que fueron repetitivos y confiables, la menor desviación y el menor porcentaje de error fue la que se propone a continuación:

Se evalúan 7 muestras, dentro de las cuales están las mismas concentraciones que las referencias. Se utilizan 3 Referencias, R1=0, R2= 100 y R3 =200 que equivalen a 0, 10 y 20 veces la concentración umbral de la capsaicina que se encontró para el grupo de jueces en estudio que fue de 0.056 ppm en solución. Se utiliza una escala 0 hasta 200 ppm. Tanto las referencias como las muestras se encuentran acomodadas de manera ascendente a su concentración.

Los jueces probarán primero las 3 referencias, se enjuagarán y si lo desean probaran un trozo de una galleta “habanera” y esperarán 2 minutos antes de evaluar las muestras, a cada muestra se le otorgará un valor según la intensidad de su pungencia con respecto a la producida por las referencias.

**Tabla 15. Concentraciones utilizadas en la metodología para cuantificar capsaicina en solución**

[capsaicina]ppm	<b>0</b>	0,056	0,224	<b>0,56</b>	0,672	0,896	<b>1,12</b>
Valor teórico	<b>0*</b>	10	40	<b>100*</b>	120	160	<b>200*</b>

**\*Concentraciones que se utilizan en las referencias y dentro de las muestras a evaluar. El cuestionario de esta prueba se presenta en el Anexo 1.**

Debido a que esta última metodología permitió evaluar correctamente las soluciones de capsaicina (porcentaje de error menor al 30%) se consideraron estas condiciones para evaluar a la dihidrocapsaicina en solución.

Primer ensayo, estándar de dihidrocapsaicina al 90%

Utilizando las mismas condiciones al que la prueba anterior se decidió iniciar con las pruebas para dihidrocapsaicina. Se utilizaron tres referencias R1= 0, R2 = 100 y R 3= 200, siendo las dos últimas referencias 10 y 20 veces el valor umbral de la dihidrocapsaicina las muestras se evaluaron de manera ascendente. Los resultados se muestran a continuación en la tabla 25.

**Tabla 25. Resultados del primer ensayo para cuantificar dihidrocapsaicina 90% con tres referencias.**

<b>[dihidrocapsaicina] ppm</b>	<b>0</b>	<b>0,163</b>	<b>0,652</b>	<b>1,63</b>	<b>1,956</b>	<b>2,608</b>	<b>3,26</b>
<b>Valor teórico</b>	0	10	40	100	120	160	200
<b>Promedio del valor otorgado por los jueces</b>	0	11,36	44,091	102,7	106,4	160,91	184,55
<b>Desviación</b>	0	10,46	18,193	49,93	34,71	28,748	53,997
<b>% de error</b>	0	13,636	10,23	2,727	11,364	0,568	7,7273

Los resultados de esta prueba fueron cercanos a los valores reales para cada concentración, como se observa en la tabla 25. Sin embargo los jueces indicaron la dificultad en la evaluación de las muestras debido a la pungencia de las referencias 100 y 200, que tenían una concentración de dihidrocapsaicina de 1.63 ppm y 3.26 ppm que a pesar de ser 10 y 20 veces el umbral fueron percibidas como muy pungentes, siendo la R= 200 el límite máximo que podían soportar los jueces . Con base en estos resultados se decidió modificar nuevamente la metodología de evaluación para la dihidrocapsaicina.

### Segundo ensayo, estándar de dihidrocapsaicina al 90%

Para esta prueba se utilizó la misma metodología a la prueba anterior pero se modificaron las referencias R1= 100 y R2 =200 por R1= 40 y R2 = 160, es decir 16 veces la concentración umbral de la dihidrocapsaicina evaluándose las mismas muestras que en el ensayo anterior.

Los resultados de esta prueba se muestran en la tabla 26.

**Tabla 26. Resultados del segundo ensayo para cuantificar dihidrocapsaicina 90% modificando las referencias.**

[dihidrocapsaicina] ppm	0	0,16	0,652	1,63	1,956	2,608	3,26
Valor teórico	0	10	40	100	120	160	200
Promedio del valor otorgado por los jueces	0,833	9,1667	35,42	66,67	115	143,33	166,67
Desviación	2,887	5,1493	6,557	21,46	22,764	22,293	34,201
% de error		8,3333	11,458	33,333	4,1667	10,417	16,667

Analizando los resultados se observó que los jueces subestiman el valor de las muestras siendo esto más pronunciado para las muestras con un valor de 200 y 100, esto se pudo deber a que los jueces estaban anclando los nuevos puntos de la escala, sin embargo para el resto de las muestras los valores otorgados fueron cercanos a los teóricos, teniendo todas las evaluaciones un porcentaje de error iguales o menores a 11.5%.

### Tercer Ensayo, estándar de dihidrocapsaicina al 90%

En esta prueba se mantuvieron las referencias R1= 0 y R 3= 160, y se modificó la referencia de concentración intermedia de 40 a 100, además se eliminó la muestra 3.26 ppm por tener una pungencia que resultaba extrema para los jueces, provocando que algunos de ellos no la pudieran evaluar y se agregaron dos concentraciones intermedias de 1.454 y 2.282 ppm, para mantener la escala de puntos o concentraciones.

**Tabla 27. Resultados del tercer ensayo para cuantificar dihidrocapsaicina 90%.**

[dihidrocapsaicina] ppm	0	0,162	0,652	1,454	1,63	1,956	2,282
Valor teórico	0	10	40	80	100	120	160
Promedio del valor otorgado por los jueces	0	6,923	40,769	84,62	101,2	128,31	143,77
Desviación	0	4,349	11,875	24,7	24,17	27,759	20,568
% de error		30,77	1,923	5,769	1,154	6,923	2,6923

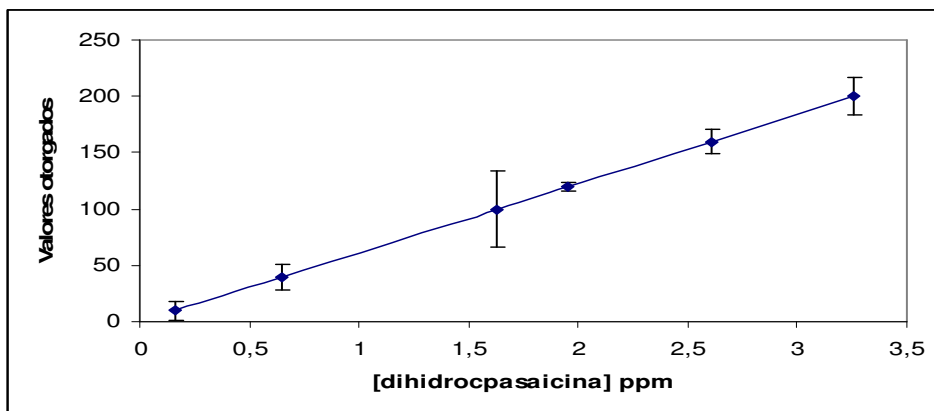
Los valores que se obtuvieron (tabla 27) fueron muy cercanos a los teóricos, lo que se refleja en una menor desviación y un porcentaje menor al 10% en seis



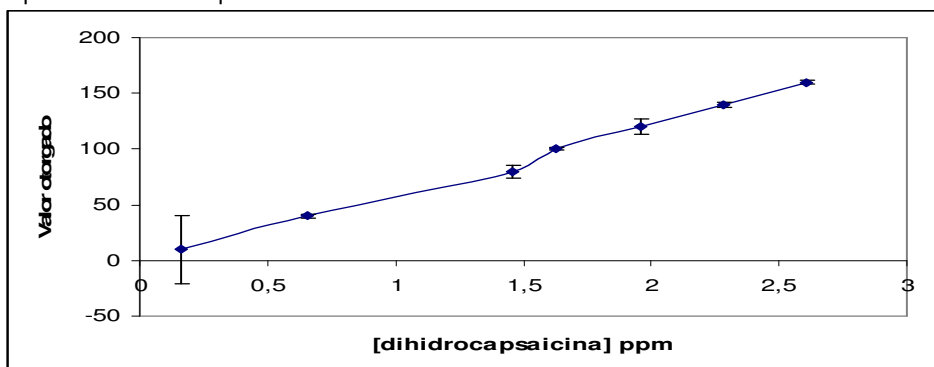
de las muestras evaluadas. Otro de los resultados que se observó fue que el anclaje de la escala en el valor máximo presentó una alta pungencia sin llegar a la desensibilización. De las 3 pruebas llevadas a cabo fue esta última la que arrojó los mejores resultados permitiendo evaluar la pungencia de la dihidrocapsaicina en solución.

### COMPARACIÓN DE ENSAYOS PARA DIHIDROCAPSAICINA 90%.

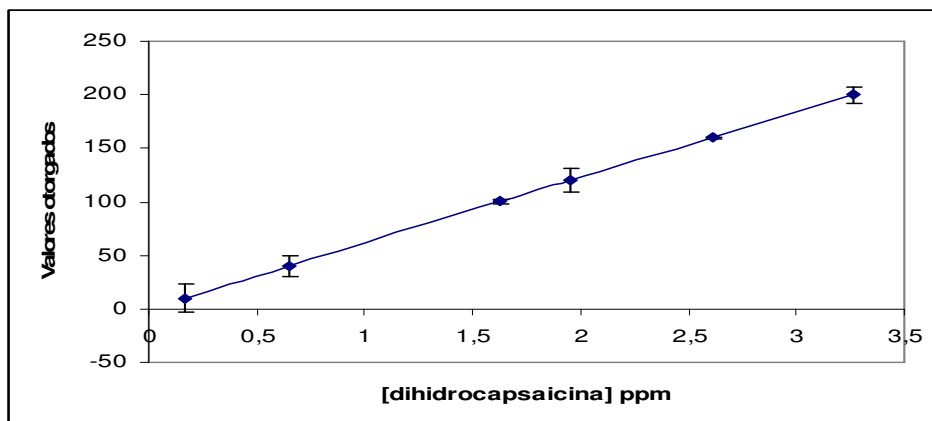
Utilizando las siguientes tres gráficas 12, 13 y 14, con el porcentaje de error de los ensayos para dihidrocapsaicina 90%, se pudo establecer cual fue la mejor metodología para cuantificar este capsaicinoide en solución.



**Gráfica 12. Porcentaje de error del primer ensayo de dihidrocapsaicina 90%** cada punto es el promedio de 12 réplicas.



**Gráfica 13. Porcentaje de error del segundo ensayo de dihidrocapsaicina 90%** cada punto es el promedio de 12 réplicas



**Gráfica 14. Porcentaje de error del tercer ensayo de dihidrocapsaicina 90%** cada punto es el promedio de 12 réplicas

En el caso de dihidrocapsaicina 90% la diferencia entre porcentajes de error no es tan notoria como en el caso de la evaluación de la capsaicina y esto se puede deber a que se partió de la metodología desarrollada para la evaluación de capsaicina y a que los jueces ya se encontraban familiarizados con la metodología de evaluación.

Sin embargo de los ensayos evaluados se seleccionó el tercer ensayo como metodología para cuantificar la dihidrocapsaicina, ya que fue el que presentó un menor porcentaje de error en la evaluación de casi todas las muestras utulanso un anclaje que permite evaluar la máxima pungencia antes de la desensibilización.

#### METODOLOGÍA SENSORIAL PARA CUANTIFICAR DIHIDROCAPSAICINA EN SOLUCIÓN

La que se describe a continuación es la metodología del tercer ensayo para dihidrocapsaicina.

En base a los resultados de las gráficas anteriores, la metodología que arrojo resultados repetitivos y confiables es la que se propone a continuación:

Se evalúan 8 muestras dentro de las cuales están las mismas concentraciones que las referencias. Se utilizan 3 Referencias R1 =0, R2= 100 y R3 =160 y que corresponden a 0, 10 y 16 veces la concentración umbral para la dihidrocapsaicina que se calculó para el grupo de jueces en estudio y fue de 0.162 ppm en solución. La escala va de 0 a 160 ppm. Tanto las referencias

como las muestras se encuentran acomodadas de manera ascendente a su concentración y así deben ser evaluadas por los jueces.

Los jueces probarán primero las 3 referencias, se enjuagarán y si lo desean morder una galleta habanera, esperarán 2 minutos antes de evaluar las muestras. A cada muestra se le otorgará un valor según la intensidad de su pungencia con respecto a la producida por las referencias.

**Tabla 16. Concentraciones utilizadas en la metodología para la cuantificación de dihidrocapsaicina en solución**

[dihidrocapsaicina] ppm	<b>0</b>	0,162	0,652	1,454	<b>1,63</b>	1,956	2,282	<b>2,61</b>
Valor teórico	<b>0*</b>	10	40	80	<b>100*</b>	120	140	<b>160*</b>

**\*Concentraciones que se utilizan en las referencias y dentro de las muestras a evaluar.  
El cuestionario de esta prueba se presenta en el Anexo 1.**

### **RECOMENDACIONES DE USO DE LA METODOLOGÍA**

- B. Es necesario calcular el umbral del panel para los capsaicinoides (capsaicina ó dihidrocapsaicina) en estudio.
- C. Es necesario estudiar los fenómenos de sensibilización y desensibilización del panel.
- D. La selección de la concentración de las referencias se debe basar en el umbral del panel.
- E. El anclaje de los puntos de las escalas debe considerar los fenómenos de sensibilización y desensibilización para seleccionar el mínimo y máximo valor a evaluar.

## CONCLUSIONES

- Los factores que más efecto tienen en la evaluación de la sensación pungente son los fenómenos de desensibilización y sensibilización.
- Los jueces presentan sensibilización y desensibilización dependiendo de la concentración de capsaicina y dihidrocapsaicina y del número de muestras que se evalúen.
- Los fenómenos de sensibilización y desensibilización se disminuyen cuando las soluciones de capsaicinoides se evalúan de manera ascendente a su concentración.
- La evaluación de capsaicinoides en solución cuando se realiza de manera descendente a su concentración favorece los fenómenos de sensibilización y desensibilización.
- La sensación dulce que produce la sacarosa al 5%, afecta la percepción de la pungencia.
- El valor pungente de la capsaicina no es el mismo al de la dihidrocapsaicina como asegura Scoville, esto se debe a que Scoville no toma en cuenta que la percepción de la pungencia se ve afectada por la sacarosa al 5% con la que se preparan las soluciones.
- En otros estudios se observó que la presencia de capsaicinoides modifica la percepción de los gustos básicos (Hernández, 2006), en este estudio, se encontró que el gusto dulce afecta la percepción de la pungencia de capsaicina, presentado este un umbral de 0.056 ppm en agua y de 0.144 ppm en solución de sacarosa al 5%.
- Para la dihidrocapsaicina no hay un cambio en la percepción de su pungencia debido a la presencia del gusto dulce. El umbral del estándar de dihidrocapsaicina al 90% fue 0.163 ppm en agua y de 0.157 ppm cuando se evaluó en una solución de sacarosa al 5%.
- La dihidrocapsaicina y la capsaicina no presentaron la misma pungencia por lo que basados en este estudio no deberían tener el mismo valor en la escala de Scoville.

- Tomando en cuenta los factores que afectan cuando se evalúa la sensación pungente. Se desarrolló una metodología para la cuantificación de dihidrocapsaicina y capsaicina en solución que considera los factores que afectan su evaluación.
- Se propone como metodología sensorial para la cuantificación de capsaicina y dihidrocapsaicina en solución una prueba modificada de proporciones y magnitudes con tres referencias, que arroja resultados confiables.
- Tomando en cuenta las recomendaciones se podría utilizar la prueba modificada de proporciones y magnitudes para cuantificar capsaicina y dihidrocapsaicina con otros porcentajes de pureza.
- La prueba modificada de proporciones y magnitudes puede ser base para el desarrollo de metodologías que cuantifiquen la pungencia en matrices más complejas.

## BIBLIOGRAFIA

1. Allison, A.A., Chambers IV, E., Gibson, E., Aramaouni, F.M.; 1999 Sensory characteristics of heat-processed and fresh tomato salsa containing honey, *Journal of Food science*, Vol. 66 Issue 3, March, Pages 109-112.
2. ASTM Committee E-18 STP 758. (1981) Guidelines for the selection and training of sensory panel members, American Society for Testing Materials. Philadelphia.
3. Balaban, C.D., McBurney, D.H., Stoulis, M.; Time Course of burn to repeated application of capsaicin, *Phicology and Behavior*, Vol. 66, Issue 1 March 1999, Page 109-112.
4. Basker D., 1998, Assessor selection: procedures and result, *applied Sensory Analysis of Foods*. H. Moskowitz (ed.) CRC Press, Boca Raton.
5. Betts, T.A. 1999. Pungency Quantitation of hot Pepper Sauces Using HPLC. *Journal of Chemical Education* 76(2):240-244
6. Bosland P. 1994 ; CHILES: History, cultivation and uses. Agronomy and horticulture Dept. New México State University.
7. Buck H. y Burks T. F. 1983; Capsaicin hot new pharmacological too, *Trends Pharmacol. Sci.*; 4(2); 84-87.
8. Delwiche J., 2004, The impact of perpeptual interactions on perceived flavor, *Food Quality and preferente*.
9. Durán L yE. costell, 1999 Revisión: Percepción del gusto Aspectos fisicoquímicos y psicofísicos, *Food science ans Technology Internacional*, Agosto .
10. Einstein M. A. 1991; Descriptive techniques and their hybridization; *Sensory Science Theory and Application in Foods.*, H. T. Lawless y B. P. Klein (eds.). Marcel Dekker. New York
11. García G. y Ortega M.. 1995 La capsaicina, el principio del chile; su naturaleza, absorción, metabolismo y efectos; *Farmacología Ciencia* 46, 82-102.
12. Gillete, M. H., et al. 1984; A New Method for the Sensory Evaluation of Red Pepper Heat” *Journal of Food and Scince*, Vol. 49, No.4, p. 1028.
13. Green B. t et al, 2000; Mentol desesitization of capsaicin irritation. Yale University School of Medicine.
14. Green B.C.; 1991, Temporal characteristics of capsaicin sensitization and desensitization on the tongue; *Physiology and Behavior*, Vol. 49, Issue 3, pages 501-505.
15. Green, B.G..1991; Oral chemesthesis: The importance of time and temperature for the perception of chemical irritants. Chpt. 3 in “Sensory science theory and applications in foods” IFT Symp. Series. Marcel Dekker, New York.
16. <http://www.g6csy.net/chile/scoville/.html>
17. Issanchou S: Lesschaeve I., y Köster E. P., 1995. Screening individual ability tyo perform descriptve analysis of foods products basic statements and application to a Camembert cheese descriptive panel, *J sens Stud.*, 10, 349-368.
18. Issanchou S: Schlich P. Y Lesschaeve, I., 1997 Sensory analysis methodological aspects relevant to the study of cheese, *Lait* 77. 5-12.
19. Iwai K.; et al. 1997; Formation of pungent principals infruits of sweet peper, *Capsicum annum L* during.
20. John M., etal, 1993 Vanilloids. 1. Analogs of capsaicina with antinoceptive and antiinflamatory activity; *Hournal of Medical Chemistry*. Vol. 36 No. 18.
21. John Prescott, Febrero 1998, The generalizability of Capsaicin sensitization and desensitization.
22. Kap-Rang Lee. 1976; Quantitative microanàlisis of the capsaicin, dihydrocapsaicin and nordihydrocapsaicin using Mass Fragmentography, *J of Chrom* , 123;119-128.
23. Karrer, T., Bartoshuk I.; Capsaicoin; Desensitization and recovery on the human tongue; *Physiology and Behavior*,vol. 49, Issue 4, 1991 pages 757-764
24. Lawless H. and Stevens D. 1988; Response by humans to oral chemical irritants as a function of locus stimulation. *Percep. Pscophys* 43: 72-78
25. López R.G.O. 2003; “Chilli La especial del Nuevo mundo” *ciencias* 69,pags 66-67 Enero-Marzo
26. Maga A. 1975; *Capsicum Critical. Rev. Food Science*; 2;177-199.

27. Miller S. y et al. 1983, Interaction of capsaicinoids with drug-metabolizing systems, *Bioch. Pharm*, 32, (3); 547-551.
28. Montt P., 2005 "Fundamentos y prácticas de la Evaluación Sensorial en la industria de Alimentos"
29. Ordoñez, A.I. F.C. Ibáñez y p. Torres, 2002. Estudio preliminar sobre la sensibilidad humana a la capsaicina como responsable de la percepción del picante., *alimentaria Extrordinaria* 02 pag 123
30. Otero E. 2002; Irritan, Arden o pican, pero...¡Nos gustan! Son los "pungentes". Del Laboratorio de Investigaciones Sensoriales.
31. Peppers 1998. *Safe Methods To Store, Preserve and Enjoy*, Publicación 8004 de la Universidad de California.
32. Rajalakshmi D. y et al. 1986; *Capsicum*-production, technology, chemistry and quality; *CRC Critical Reviews in Food Sci. and Nutrition*; 25 185-276,.
33. Robert L.M. y Loyola V.,1985 " El cultivo de tejidos vegetales en México" Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Ciudad Universitaria 04510.
34. Robert M. Virus y et al. 1979 Pharmacologic antion of capsaicin, apparent invovent of sustance P and serotonin. *Life Sciences* 25; 1273-1284.
35. Siver F.; Mason JR., Marshall D. D., and Maruniak J. A., 1985; Rat trigeminal, olfactory and taste response after capsaicin desensitization. *Brain Res.* 22 45-54.
36. Sven-Eric y David Julius. 2002; *Molecular Basis for Species-Specific Sensitivity to "Hot" Chilli Peppers*, Department of Cellular and Molecular Pharmacology of California.
37. Tetsuya Suzuki 1980; Intracellular localization of capsaicin and analogues capsaicinoide in *Capsicum* fruit, *Plant and Cell. Physiology*; 21 (5); 839-853
38. Yayeh Z. y Paul W. 2001; Capsaicinoid profiles are not good chemotaxonomic indicators for *Capsicum* species, *Biochemical systematics and ecology*.

## ANEXO 1

### ENCUESTA PARA LA SELECCIÓN DE MIEMBROS DE UN PANEL DE CATADORES ENTRENADOS

Por favor, conteste sinceramente las preguntas que se le presentan a continuación:

#### 1. DATOS PERSONALES

Nombre \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

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

Teléfono o lugar de contacto \_\_\_\_\_

e-mail. \_\_\_\_\_

Vinculación con la Universidad : \_\_\_\_\_

Semestre \_\_\_\_\_

#### 2. INTERÉS Y DISPONIBILIDAD

¿Estarías dispuesto a participar en degustaciones de alimentos?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Si la respuesta anterior es afirmativa: ¿Podría asistir en los siguientes horarios?

Martes	Jueves
12:00-13:00	12:00-13:00

Si tu respuesta fue negativa en que horario podrías asistir? \_\_\_\_\_

¿Ha formado parte de algún panel entrenado?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

#### 3. HÁBITOS DE CONSUMO

Horario habitual de comidas:

Desayuno \_\_\_\_\_ a. m.

Comida \_\_\_\_\_ p. m.

Cena \_\_\_\_\_ p. m.

¿Consumes dulces con chile?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Fuma? SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

¿Cuántos cigarros al día? \_\_\_\_\_

¿Toma? SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

¿Con que frecuencia? \_\_\_\_\_

Padece alguna enfermedad que pueda afectar los sentidos como resfriados, anosmia (Disminución o pérdida completa del olfato), ageusia (Ausencia del sentido del gusto) o daltonismo (Trastorno de la visión, en el que hay dificultad para diferenciar colores)

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Cuáles y con que frecuencia? \_\_\_\_\_

¿Tiene dentadura postiza?



Total SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
Parcial SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

¿Es alérgico? A:

Alimentos SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_  
Medicamentos SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_  
Otros SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

¿Le disgusta en particular algún alimento como para no participar en su degustación?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

Padece de alguna intolerancia a algún alimento? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ ¿Cuál(es)?  
\_\_\_\_\_

**GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN**



**PRUEBAS DE UMBRAL (sensación pungente)**

---

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Ante usted tiene 10 muestras con diferentes sustancias que dan una sensación. Pruébelas de izquierda a derecha y de atrás hacia delante y escriba para cada caso, qué detecta y en qué zona de la lengua lo hace. NO se trague las muestras y NO se enjuague entre muestra y muestra. GRACIAS.

MUESTRA

GUSTO DETECTADO

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**PRUEBA TRIANGULAR**

---

Nombre: \_\_\_\_\_

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

**INSTRUCCIONES**

Anote el código de las muestras que se le presentan en los platos ó vasos  
De la series de tres muestras que se presentan, dos de ellas son iguales y una diferente.  
Seleccione la muestra diferente y anote su código.

Pruebe las muestras de izquierda a derecha. Espere al menos treinta segundos entre muestra y muestra, beba un poco de agua si lo cree necesario.

Enjuáguese bien entre triada y triada, espere al menos 3 minutos, antes de empezar a evaluar la siguiente.

TRIADA	CÓDIGO DE MUESTRA	MUESTRA DIFERENTE
A	_____	_____
B	_____	_____

Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Química

### PRUEBA DE RECONOCIMIENTO Y DEFINICIÓN DE OLORES GENERALES

Nombre: \_\_\_\_\_

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

INSTRUCCIONES: Ante usted tiene una serie de muestras con diferentes aromas. Huela las muestras que se le presentan; para ello destape los tubos lo suficiente para percibir el olor y después vuélvalos a tapar. Deje pasar al menos treinta segundos antes de oler la siguiente muestra. Conforme huela las muestras mencione a que le recuerda. Ponga un cero si no percibe sensación. GRACIAS

MUESTRA	RECUERDA A...



### PRUEBA DE ORDENACIÓN

---

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

#### 1ª. Serie

Frente a usted tiene cinco muestras, pruébelas de izquierda a derecha y ordénelas de mayor a menor intensidad del sabor dulce. No enjuague entre muestra y muestra, pero si enjuague entre serie y serie. Espere un poco antes de evaluar la siguiente serie.

1ª. \_\_\_\_\_ 2ª. \_\_\_\_\_ 3ª. \_\_\_\_\_ 4ª. \_\_\_\_\_ 5ª. \_\_\_\_\_

#### 2ª. Serie

Frente a usted tiene cinco muestras, pruébelas de izquierda a derecha y ordénelas de mayor a menor intensidad del sabor ácido. No enjuague entre muestra y muestra, pero si enjuague entre serie y serie. Espere un poco antes de evaluar la siguiente serie.

1ª. \_\_\_\_\_ 2ª. \_\_\_\_\_ 3ª. \_\_\_\_\_ 4ª. \_\_\_\_\_ 5ª. \_\_\_\_\_

#### 3ª. Serie

Frente a usted tiene cinco muestras, pruébelas de izquierda a derecha y ordénelas de mayor a menor intensidad del sabor salado. No enjuague entre muestra y muestra, pero si enjuague entre serie y serie. Espere un poco antes de evaluar la siguiente serie.

1ª. \_\_\_\_\_ 2ª. \_\_\_\_\_ 3ª. \_\_\_\_\_ 4ª. \_\_\_\_\_ 5ª. \_\_\_\_\_

#### 4ª. Serie

Frente a usted tiene cinco muestras, pruébelas de izquierda a derecha y ordénelas de mayor a menor intensidad del sabor salado. No enjuague entre muestra y muestra, pero si enjuague entre serie y serie. Espere un poco antes de evaluar la siguiente serie.

1ª. \_\_\_\_\_ 2ª. \_\_\_\_\_ 3ª. \_\_\_\_\_ 4ª. \_\_\_\_\_ 5ª. \_\_\_\_\_









**PRUEBA DE PROPORCIONES Y MAGNITUDES (Tercer ensayo del estándar de capsaicina al 97 %)**

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Frente a usted tienen 7 muestras y 3 referencias. Pruebe primero las 3 referencias, enjuáguese con agua y/o mordiéndole la galleta habanera, espere 2 min. Posteriormente empiece evaluando las muestras de izquierda a derecha y asígneles un valor con respecto al valor de las referencias. GRACIAS

R1= 0                      R2= 100                      R3=200

Clave

Valor

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**PRUEBA DE PROPORCIONES Y MAGNITUDES (Primer ensayo del estándar dihidrocapsaicina al 90%)**

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Frente a usted tienen 7 muestras y 3 referencias. Pruebe primero las 3 referencias, enjuáguese con agua y/o mordiéndole la galleta habanera, espere 2 min. Posteriormente empiece evaluando las muestras de izquierda a derecha y asígneles un valor con respecto al valor de las referencias. GRACIAS

R1= 0

R2= 100

R3=200

Clave

Valor

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**PRUEBA DE PROPORCIONES Y MAGNITUDES (Segundo ensayo del estándar de dihidrocapsaicina al 90 %)**

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Frente a usted tienen 7 muestras y 3 referencias. Pruebe primero las 3 referencias, enjuáguese y/o mordiéndole la galleta habanera y espere 2 min. Posteriormente empiece evaluando las muestras de izquierda a derecha y asígneles un valor con respecto al valor de las referencias. GRACIAS

R1= 0

R2= 40

R3=160

Clave

Valor

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**PRUEBA DE PROPORCIONES Y MAGNITUDES (Tercer ensayo del estándar de dihidrocapsaicina al 90 %)**

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Frente a usted tienen 8 muestras y 3 referencias. Pruebe primero las 3 referencias, enjuáguese y/o mordiéndole la galleta habanera y espere 2 min. Posteriormente empiece evaluando las muestras de izquierda a derecha y asígneles un valor con respecto al valor de las referencias si considera necesario pruebe de nuevo la referencia enjuagándose después e indicando con \* la referencia que volvió a probar. GRACIAS

R1= 0                      R2= 100                      R3=160

Clave

Valor

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_