

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS  
ESCUELA DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

"Relación entre el estatus de probador del 6-n-propiltiouracilo (PROP) y la percepción de la astringencia"

Proyecto de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Tecnología de Alimentos

*Carmen Andrés Jiménez*

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San José, Costa Rica

2003

## TRIBUNAL EXAMINADOR

### "RELACIÓN ENTRE EL ESTATUS DE PROBADOR DEL 6-N PROPILTIOURACILO (PROP) Y LA PERCEPCIÓN DE LA ASTRINGENCIA"

Proyecto de graduación presentado ante la Escuela de Tecnología de Alimentos  
de la Universidad de Costa Rica como requisito final para optar por el grado de  
Licenciada en Tecnología de Alimentos


Presentado por:  
Carmen Andrés Jiménez

#### Aprobado por:

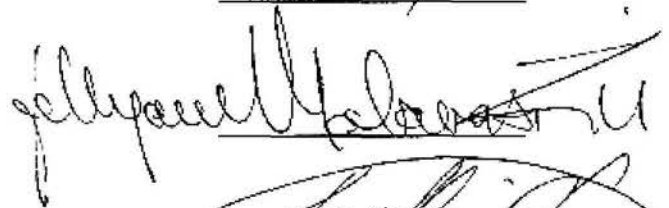
Dra. Elba Cubero Castillo, Ph.D  
Directora del proyecto

  
Elba Cubero C.

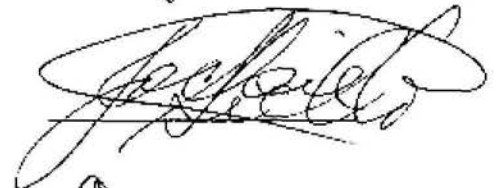
Dra. Ana Mercedes Pérez Carvajal, Ph.D  
Asesora del proyecto

  
Ana Pérez

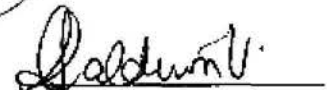
Dra. Jollyanna Malavasi Gil  
Asesora del proyecto

  
Jollyanna Malavasi Gil

Licda. Jacqueline Aiello Ramírez  
Presidenta del tribunal

  
Jacqueline Aiello

Licda. Sandra Calderón Villaplana  
Profesora Designada

  
Sandra Calderón

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio  
2003

A mis padres y en memoria de Pipipo

## Reconocimientos

El que la realización de este trabajo haya sido posible va ligado con las relaciones que tengo con muchos de los que conozco. Por eso, primero quiero agradecerte profundamente, Dios, por haberme dado no necesariamente lo que te pedí, sino lo que sabías que yo necesitaba. Eso me hizo crecer más como persona y como profesional.

**A Papi y Mami**, por su cariño, su apoyo, sus consejos, sus sacrificios y su amor que no entiende de egosismos, el amor más grande y real de todos.

**A Adri, Isela, Shang, Manuel y Esteban**: por su amistad, que ha hecho mi vida mejor. **Adri**, por los 12 años tan llenos de variedad, sabiduría y verdadera amistad. **Isela**, especialmente por los dos últimos años, tu fe en mí y por andar juntas el camino que nos ha ido cambiando de acuerdo a nuestros sueños y lo que más nos conviene. **Shang**, por seguir ahí. **Manuel**, por nuestra amistad que ha crecido tanto y por tu apoyo en mi carrera. **Esteban**, porque tu amistad me ha hecho ver mucho más que antes.

**A Elba**, gracias por guiarme de la forma en que lo hizo, reflejando la calidad profesional y humana que tiene. El mejor de los éxitos en el futuro. **A Ana Mercedes**, por haber estado siempre tan dispuesta a ayudarme y por todo lo que me enseñó. **A Jollyanna**, por motivarme con su entusiasmo.

**A Isa y Fernan**, por haber sido el empuje profesional a lo largo de mi vida. **Isa**, por impulsarme a terminar mi carrera. Sé que no fue fácil decírmelo, por eso te lo agradezco el doble. **Fernan**, por tu amistad y tus consejos.

**A Francela, Hannia, Yun, Yenia y Viviam L**: por forjar entre todas un grupo de amigas tan importante para todas y que me ha hecho crecer mucho. **A Marisela y Gabri**, por todas las *fugas* que compartimos paralelas a esta tesis. **A Rebeca L, Gianni, Sara V y Mane**, porque su amistad fue muy importante y un punto de apoyo a lo largo de la carrera. **A Luis Prado, Lili y Giovanni**, por su amabilidad y por hacer mi trabajo más agradable.

Quiero agradecer muy especialmente a mis amigos y a los profesores, funcionarios y estudiantes de INTENSA y la UCR que se ofrecieron como panelistas en la realización de esta tesis. Su colaboración fue tan desinteresada que hizo mi trabajo más ameno y enriquecedor.

# INDICE GENERAL

	Página
Tribunal examinador.....	i
Dedicatoria .....	ii
Reconocimientos .....	iii
Índice General.....	iv
Índice de figuras.....	viii
Índice de cuadros.....	x
Resumen.....	xiv
I. JUSTIFICACIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	6
2.1 Objetivo general.....	6
2.2 Objetivos específicos.....	6
III. MARCO TEÓRICO.....	7
3.1 Medición de la sensibilidad y percepción del 6-n-propiltiouracilo (PROP).....	7
3.2 Comparación de intensidades percibidas entre individuos.....	11
3.2.1 Efecto de la población en estudio.....	11
3.2.2 Escala de magnitud rotulada de Green.....	11
3.2.3 Uso de un estándar.....	14
3.2.4 Efectos de contexto.....	15
3.2.5 Importancia del género en la percepción sensorial.....	15
3.2.6 Relación de la percepción del PROP y la intensidad percibida de otras sustancias no relacionadas.....	17

3.3	Sensación de astringencia.....	19
3.3.1	Definición de astringencia y su relación con los alimentos.....	19
3.3.2	Percepción de la astringencia.....	22
3.3.3	Factores que afectan la medición de la astringencia.....	24
<b>IV.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>26</b>
4.1	Localización del proyecto.....	26
4.2	Materia Prima.....	26
4.3	Conformación del panel sensorial.....	27
4.4	Pruebas preliminares: concentraciones y enjuagues para la prueba con estímulos astringentes .....	27
4.5	Efecto de contexto en superprobadores.....	28
4.6	Pruebas psicofísicas para medir sensibilidad y percepción.....	28
4.6.1	Determinación del umbral del PROP.....	28
4.6.2	Intensidad percibida a concentración de supraumbral de PROP y NaCl.....	29
4.7	Métodos de clasificación.....	31
4.7.1	Clasificación del estatus de probador del PROP por el método de Bartoshuk <i>et al.</i> (1994).....	31
4.7.2	Método de clasificación utilizando el histograma de la sumatoria de dos concentraciones de PROP.....	32
4.7.3	Método de clasificación utilizando análisis de clusters.....	32
4.8	Método para medir la intensidad de la astringencia del sulfato de aluminio.....	33
4.9	Análisis de datos.....	33
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y ANÁLISIS.....</b>	<b>35</b>
5.1	Efectos de contexto en super probadores.....	35
5.2	Estatus de probador del PROP utilizando el método de clasificación	

de proporción entre PROP y NaCl (Bartoshuk <i>et al.</i> , 1994).....	41
5.2.1 Efecto del grupo del estatus de probador de PROP sobre la percepción del NaCl, PROP y el sulfato de aluminio.....	41
5.2.2 Comparación de las intensidades promedio detectadas de PROP, sulfato de aluminio y NaCl entre géneros.....	48
5.3 Estatus de probador del PROP utilizando el método de intensidades acumuladas.....	50
5.3.1 Clasificación de individuos por intensidad percibida de PROP..	50
5.4 Correlaciones de Pearson y Spearman entre PROP y NaCl y sulfato de aluminio .....	53
5.5 Agrupación de los panelistas por medio de análisis de clusters.....	56
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES PARA FUTUROS ESTUDIOS.....</b>	<b>59</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>60</b>
<b>IX. APÉNDICE.....</b>	<b>76</b>
9.1 Glosario de términos fisiológicos.....	76
9.2 Herramientas de la metodología.....	77
9.2.1 Determinación del umbral de PROP.....	77
9.2.2 Distribución de la edad en los panelistas.....	77
9.2.3 Fumado.....	78
9.2.4 Pruebas preliminares.....	79
9.2.5 Escala de magnitud rotulada de Green.....	80
9.2.6 Separación de los NP, PM y SP.....	81
9.3 Datos crudos y gráficos intermedios.....	82
9.3.1 Datos crudos para analizar el efecto de contexto en superprobadores.....	82
9.3.2 Estatus de probador del PROP (método Bartoshuk <i>et al.</i> (1994)).....	84
9.3.3 Estatus de probador de PROP (método de intensidades Acumuladas).....	88

9.3.4	Agrupación por análisis de clusters.....	90
9.4	Comparación entre repeticiones realizadas de PROP y NaCl.....	94
9.5	Histogramas de los acumulados de NaCl y sulfato de aluminio.....	95
9.6	Lista de abreviaturas.....	96



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Intensidad de astringencia percibida en promedio y a cada concentración utilizada para comparar entre SP (n=25) y SPc (n=17).....	35
<b>Figura 2.</b> Intensidad de astringencia percibida a 0,04%, 0.2% y 0.4% para comparar entre SP (n=25), SPc (n=17), PM (n= 20) y NP (n = 20) (nT=82) .....	36
<b>Figura 3.</b> Intensidad de astringencia percibida en promedio y a cada concentración utilizada para comparar entre mujeres SP (n= 11) y SPs (n=10).....	38
<b>Figura 4.</b> Intensidad de astringencia percibida en promedio y a cada concentración utilizada para comparar entre hombres SPc (n=6) y SP (n=15).....	39
<b>Figura 5.</b> Intensidad del umbral de PROP para comparar entre SP y SPs (n=42).....	40
<b>Figura 6.</b> Umbral de PROP detectado para comparar entre los grupos del estatus de probador de PROP (n=60) .....	41
<b>Figura 7.</b> Intensidades promedio de NaCl, PROP y sulfato de aluminio detectadas por los panelistas para comparar entre los grupos del estatus PROP (n=60) .....	42
<b>Figura 8.</b> Intensidad percibida de astringencia a 0.04%, 0.2% y 0.4% de sulfato de aluminio por todos los panelistas para comparar entre los grupos del estatus del PROP (n=60).....	44
<b>Figura 9.</b> Comparación entre las intensidades promedio de PROP, NaCl y astringencia detectadas por parte de cada género (n=60) .....	48
<b>Figura 10.</b> Comparación entre los umbrales de PROP de cada género (n=60).....	49
<b>Figura 11.</b> Histograma de la sumatoria de la intensidad de dos disoluciones de PROP (n=60).....	51
<b>Figura 12.</b> Promedio de las intensidades de PROP, NaCl y sulfato de aluminio para comparar entre los estatus del PROP (n=60).....	52

<b>Figura 13.</b> Intensidades promedio de PROP, NaCl y astringencia para comparar entre cada cluster de sal (n=60).....	57
<b>Figura 14.</b> Distribución de las edades en ambos géneros, mujeres y hombres del estatus del PROP.....	77
<b>Figura 15.</b> Porcentaje de mujeres NP, PM y SP que fuman .....	78
<b>Figura 16.</b> Porcentaje de hombres NP, PM y SP que fuman.....	78
<b>Figura 17.</b> Porcentaje de NP, PM y SP de ambos géneros que fuman .....	79
<b>Figura 18.</b> Escala Rotulada de magnitud de Green.....	80
<b>Figura 19.</b> Gráfico de dispersión entre el radio de PROP como función de la intensidad de amargor del umbral de PROP detectado por todos los panelistas que conformaron el estatus de PROP (n=60) .....	81
<b>Figura 20.</b> Comparación de la intensidad de amargor o salado percibidas por el panelista entre la repetición 1 y la repetición 2 (n=60).....	94
<b>Figura 21</b> Comparación hecha entre la repetición 1 y la repetición 2 que realizó cada panelista para dos disoluciones de PROP al 0,0032M y 0,001M y dos disoluciones de NaCl al 0,32M y 1M (n=60). .....	94
<b>Figura 22.</b> Histograma del acumulado de la intensidad de dos disoluciones de NaCl (n=60) .....	95
<b>Figura 23.</b> Histograma del acumulado de la intensidad de tres disoluciones de Sulfato de aluminio (n=60) .....	95

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
<b>Cuadro 1.</b> Correlación de Pearson entre PROP y NaCl y sulfato de aluminio.....	53
<b>Cuadro 2.</b> Hoja de respuestas con las concentraciones de PROP utilizadas para determinar el umbral.....	77
<b>Cuadro 3.</b> Condiciones y resultados de las pruebas preliminares realizadas con cuatro personas para determinar las condiciones óptimas de enjuague que permitan eliminar el efecto de acarreamiento entre muestras astringentes.....	82
<b>Cuadro 4.</b> Análisis de Varianza comparando en general (ambos sexos) a los SP que tuvieron efecto de contexto y los SP que no lo tuvieron.....	82
<b>Cuadro 5.</b> Medias de las intensidades dadas en general (ambos sexos) por los SP que tuvieron efecto de contexto (SP) y los SP que no lo tuvieron (SPs), con su respectivo LSD al 0.05% de significancia y su respectiva prueba Duncan.....	83
<b>Cuadro 6.</b> Análisis de Varianza comparando entre mujeres a los SP que tuvieron efecto de contexto y los SP que no lo tuvieron.....	83
<b>Cuadro 7.</b> Medias de las intensidades dadas por mujeres SP que tuvieron efecto de contexto (SP) y SP que no lo tuvieron (SPs), con su respectivo LSD al 0.05% de significancia y su respectiva prueba Duncan.....	83
<b>Cuadro 8.</b> Análisis de Varianza comparando entre hombres SP que tuvieron efecto de contexto y hombres SP que no lo tuvieron.....	84
<b>Cuadro 9.</b> Medias de las intensidades dadas por hombres SP que tuvieron efecto de contexto (SP) y SP que no lo tuvieron (SPs), con su respectivo LSD al 0.05% de significancia y su respectiva prueba Duncan .....	84
<b>Cuadro 10.</b> Clasificación original de los panelistas que conformaron el estatus PROP.....	85
<b>Cuadro 11.</b> Análisis de varianza de la intensidad de astringencia promedio percibida.....	85

<b>Cuadro 12.</b> Prueba del LSD comparando las medias de las intensidades de astringencia dadas por el estatus del PROP (n=60).....	85
<b>Cuadro 13.</b> Prueba del LSD comparando las medias de las intensidades de sulfato de aluminio dadas por el estatus del PROP (n=60) .....	85
<b>Cuadro 14.</b> Análisis de varianza para comparar la intensidad de astringencia percibida en cada concentración por todos los panelistas del estatus PROP.....	86
<b>Cuadro 15.</b> Medias de las intensidades dadas por ambos géneros de sulfato de aluminio para cada una de las tres concentraciones, con su respectivo LSD al 0.05% de significancia, 57 grados de libertad y un n=2 .....	86
<b>Cuadro 16.</b> Análisis de varianza de la intensidad de astringencia comparando las diferencias detectadas en cada uno de los grupos del estatus PROP.....	86
<b>Cuadro 17.</b> Medias de las intensidades de astringencia dadas por ambos géneros del estatus de PROP, para comparar diferencias en la concentración, con su respectivo LSD al 0.05% de significancia, 57 grados de libertad y n=20.....	86
<b>Cuadro 18.</b> Análisis de varianza del umbral de PROP y de la intensidad promedio de PROP, NaCl y sulfato de aluminio entre ambos géneros.....	87
<b>Cuadro 19.</b> Umbral de PROP y medias de la intensidad promedio de sulfato de aluminio, PROP y NaCl detectadas por cada uno de los géneros.....	87
<b>Cuadro 20.</b> Análisis de varianza del umbral de PROP, la intensidad promedio de PROP, NaCl y sulfato de aluminio entre ambos géneros.....	88
<b>Cuadro 21.</b> Clasificación nueva de los panelistas en el estatus PROP basada en el histograma de los acumulados de dos concentraciones de PROP .....	88
<b>Cuadro 22.</b> Análisis de varianza del umbral de PROP y de la sumatoria de la intensidad de 2 disoluciones de PROP, 2 de NaCl y 3 de sulfato de aluminio para comparar entre los grupos del estatus PROP.....	89
<b>Cuadro 23.</b> Medias de la sumatoria de la intensidad de dos disoluciones de PROP, 2 de NaCl y 3 de sulfato de aluminio para comparar entre cada uno de los grupos del estatus PROP.....	89

<b>Cuadro 24.</b> Análisis de varianza de las intensidades de sulfato de aluminio a cada concentración utilizada para comparar entre los nuevos grupos del estatus del PROP.....	89
<b>Cuadro 25.</b> Medias de las intensidades percibidas a cada concentración utilizada de sulfato de aluminio para comparar diferencias entre los nuevos grupos del estatus PROP.....	89
<b>Cuadro 26.</b> Análisis de varianza de las intensidades de NaCl a cada concentración utilizada para comparar entre los nuevos grupos del estatus del PROP.....	90
<b>Cuadro 27.</b> Medias de las intensidades percibidas a cada concentración utilizada de NaCl para comparar diferencias entre los nuevos grupos del estatus PROP.....	90
<b>Cuadro 28.</b> Análisis de varianza del umbral de PROP, la intensidad promedio de dos disoluciones de PROP, 2 de NaCl y 3 de Sulfato de aluminio para comparar entre cada uno de los clusters resultantes de la agrupación de panelistas por detección del NaCl.....	90
<b>Cuadro 29.</b> Análisis de varianza del umbral de PROP, la intensidad promedio de dos disoluciones de PROP, 2 de NaCl y 3 de Sulfato de aluminio para comparar entre cada cluster de NaCl.....	90
<b>Cuadro 30.</b> Análisis de varianza de las intensidades de NaCl a cada concentración utilizada para comparar entre los clusters de NaCl.....	91
<b>Cuadro 31.</b> Medias de las intensidades percibidas a cada concentración utilizada de NaCl para comparar diferencias entre los clusters de NaCl.....	91
<b>Cuadro 32.</b> Análisis de varianza para comparar las repeticiones realizadas por ambos sexos de PROP al 0,0001 M y 0,00032 M y de NaCl al 0,32 M y 1M....	91
<b>Cuadro 33.</b> Medias de las intensidades dadas por todos los panelistas del promedio de dos disoluciones de PROP al 0,0001 M y 0,00032M y del promedio de dos disoluciones de NaCl al 0,32 M y 1 M, con su respectivo LSD al 0.05% de significancia.....	92
<b>Cuadro 34.</b> Análisis de varianza para comparar las repeticiones realizadas	

por todos los panelistas de PROP al 0,0001 M y 0,00032 M y de NaCl al 0,32 M y 1M.....	92
<b>Cuadro 35.</b> Análisis de varianza de la intensidad de 2 disoluciones de PROP al 0,0032M y 0,001M y dos de NaCl a 0,32M y 1M para comparar las diferencias existentes entre las repeticiones de cada una.....	92
<b>Cuadro 36.</b> Medias de la intensidad de PROP al 0,0032M y 0,001M y de sal al 0,32M y 1M para comparar entre las repeticiones de los panelistas.....	92
<b>Cuadro 37.</b> Análisis de varianza mixto comparando las repeticiones realizadas por ambos sexos de PROP al 0,0001 M y 0,00032 M y de NaCl al 0,32 M y 1M.....	93
<b>Cuadro 38.</b> Análisis de varianza mixto comparando las repeticiones realizadas por ambos sexos de PROP al 0,0001 M y 0,00032 M y de NaCl al 0,32 M y 1M...	93
<b>Cuadro 39.</b> Medias de la intensidad promedio de PROP y NaCl detectadas por todos los panelistas en cada repetición realizada.....	93

## RESUMEN

Se investigó la relación entre el estatus de probador del PROP (6-n-propiltiouracilo), compuesto indicador de amargor, y la percepción de la astringencia del sulfato de aluminio. Se determinó la influencia del efecto de contexto producido por el compuesto PROP sobre los superprobadores en la detección de la astringencia utilizando el método de clasificación del estatus de probador del PROP descrito por Bartoshuk, *et al.* (1994). La intensidad percibida del sulfato de aluminio fue medida con la escala Green LMS para 60 individuos (30 hombres y 30 mujeres) y no se encontró relación proporcional entre el estatus del PROP y la percepción de la astringencia. Se encontró que la concentración de sulfato de aluminio no es un factor que cause diferencias significativas entre las respuestas percibidas por los grupos del estatus de probador del PROP, así como tampoco se encontraron diferencias significativas entre géneros en la percepción de la astringencia. Se realizó la clasificación del estatus de probador del PROP por medio de los acumulados de dos concentraciones de PROP, pero no se encontraron relaciones entre el estatus de probador de PROP y la percepción de la astringencia. Sin embargo, utilizando el análisis de correlación, hay una correlación entre la intensidad percibida de la astringencia del sulfato de aluminio y el amargor de PROP a las concentraciones más altas utilizadas (0,2% y 0,4%), pero no hay correlación a la concentración menor de sulfato de aluminio, como tampoco a la concentración más alta de PROP ( $3,2 \cdot 10^{-3}$  M). Además, utilizando un análisis de "cluster", se encuentra que hay dos "clusteres" bastante diferentes entre sí. El "cluster" 1 reúne a las personas que percibieron significativamente el amargor, la salinidad y la astringencia con menor intensidad que lo hizo el grupo 2. De manera que se comprueba que hay una relación entre la percepción de la astringencia y la percepción del amargor del PROP. Esta relación no es detectada por métodos de clasificación donde se agrupa a los individuos utilizando

puntos de corte arbitrarios para separar cada estatus de probador de PROP, ya que estos cortes fueron determinados utilizando poblaciones mayoritariamente caucásicas. La raza caucásica tiene rasgos genéticos relativos al PROP muy diferentes a las otras razas, por lo que estos valores reportados en la literatura no deberían utilizarse indiscriminadamente sin antes hacer un estudio de la distribución de los estatus de probador de PROP en la población en estudio.



# I. JUSTIFICACIÓN

La competencia existente entre el buen sabor y el valor nutricional que deben tener los alimentos, ha creado un dilema en la industria de alimentos de los últimos años.

De acuerdo a estudios de mercadeo y sesiones de "Focus Group", se ha visto que invariablemente el sabor es uno de los factores claves en la selección de un alimento por parte del consumidor, por lo que hay una tendencia en la industria alimentaria a eliminar del mismo algunos componentes amargos o astringentes que le imparten sabor desagradable (Drewnowski & Gómez, 2000).

Esta práctica no es del todo beneficiosa ya que algunos de estos componentes proporcionan una protección activa contra enfermedades como el cáncer. Entre los componentes amargos se encuentran los fitonutrientes de los vegetales y frutas, glucosinolatos en vegetales crucíferos (vegetales cuyas flores son en forma de cruz) y los flavonoides en jugos de cítricos. Entre los astringentes se tiene a los polifenoles, los antioxidantes en los vinos (que además disminuyen el riesgo de enfermedades cardiovasculares) (Drewnowski & Gómez, 2000); los polifenoles en el té verde y las isoflavonas en productos de soya (Drewnowski *et al.*, 2001a).

Por otro lado, la eliminación de compuestos astringentes o amargos en los alimentos es beneficiosa, ya que compuestos como los polifenoles de alto peso molecular, entre los cuales se pueden citar los taninos presentes en el vino, interfieren con la absorción de las proteínas por parte del cuerpo, por lo cual se consideran antinutrientes (Bravo, 1998).

Los polifenoles de alto peso molecular, entre otros, son causantes de la astringencia; una de las sensaciones que el consumidor más rechaza (Drewnowski &

Gómez, 2000). El término astringencia se refiere a las sensaciones orales comúnmente descritas como "sequedad o sensación de arrugamiento", que se perciben en la boca al consumir una amplia gama de alimentos y bebidas tales como té fuerte, café, vino tinto, muchos tipos de nueces, semillas como el marañón, fresas y frutas inmaduras y en compuestos con características deshidratantes como alcohol y sales (Haslam & Lilley, 1988).

Para estudiar la percepción de la astringencia hay que tomar en cuenta varios de los factores que afectan su medición tales como: sensibilidad individual, concentración del compuesto astringente, adaptación, acarreamiento y género, entre otros; es por ello que el entender su influencia a partir de los resultados, ayudaría a mejorar la metodología empleada para su medición, lo que llevaría a tener mejores técnicas para recopilar datos sensoriales más confiables a la hora de tomar decisiones sobre un producto.

Además, poder seleccionar a los participantes de un panel con una prueba que asegure que se tienen los individuos más sensibles para detectar astringencia (partiendo de la relación entre el compuesto PROP con la astringencia) beneficiaría en forma indirecta las investigaciones y aplicaciones prácticas tales como la evaluación de ingredientes nuevos y nuevas formulaciones (Lucchina *et al.*, 1998b), el envejecimiento de los vinos, la remoción de compuestos astringentes de los productos procesados por adsorción de polímeros, el filtrado a través de resinas, el uso de microorganismos, la precipitación con ciclodextrinas y aplicación de calor.

Actualmente no se tiene un protocolo para reclutar panelistas que garantice tener los individuos más sensibles en el panel para asegurar la aceptación del producto que tiende a ser astringente.

Existen varios estudios (Fischer, 1971; Kalmus, 1971; McBurney & Collings, 1977; Drewnowsky *et al.*, 1997a) que han mostrado que hay una variación genética considerable en la población (Kalmus & Smith, 1965; Reed *et al.*, 1999) en lo que

respecta a la percepción de compuestos que tienen un grupo tiol en su estructura, tales como: fenil tiocarbamida (PTC) y 6-n-propiltiouracilo (PROP), los cuales son amargos. Se definió el estatus de probador del PROP de acuerdo al grado de percepción: los individuos detectan poco estas sustancias (no probadores, NP), medianamente (probadores medios, PM) y mucho (super probadores, SP), según su constitución genética; por lo que es posible usarlas para clasificarlos en grupos con diferente sensibilidad (Prutkin *et al.*, 2000).

Por otro lado, varios estudios han relacionado la sensibilidad al PROP con la habilidad de percibir otros compuestos dulces y amargos (Hall *et al.*, 1975; Bartoshuk, 1979; Leach & Noble, 1986; Bartoshuk *et al.*, 1988; Mela, 1989; Schifferstein & Frijters, 1991; Bartoshuk *et al.*, 1992; Bartoshuk, 1993; Karrer *et al.*, 1992; Yokomukai *et al.*, 1993; Drewnowski *et al.*, 1997a; Drewnowski *et al.*, 1997b; Drewnowski *et al.*, 1998; Smaghe & Louis-Sylvestre, 1998).

Otros estudios han relacionado al PROP con la intensidad del dolor o picor de algunos compuestos como capsaicina (McBurney *et al.*, 2001), cinamaldehído y etanol (Prescott & Swain-Campbell, 2000), alimentos altos en grasa (Drewnowski *et al.*, 1998), la naringina, el componente amargo principal del jugo de toronja (Drewnowski *et al.*, 2001a), productos de soya (Akella *et al.*, 1998), café (Drewnowski *et al.*, 1999) y chiles rojos picantes (Szolcsanyi *et al.*, 1975).

Se ha encontrado relación entre algunas sensaciones táctiles con la sensibilidad al PROP. Los SP han percibido más intensamente las sensaciones provenientes de estimulación táctil en la boca al probar la grasa láctea, el aceite de un aderezo y el emulsionante de una solución que los NP (Prutkin *et al.*, 2000) y han mostrado valores de percepción de la intensidad mayores a la capsaicina y al etanol que los NP (Bartoshuk, 1993; Prutkin *et al.*, 1999a). Por lo tanto se espera que otros compuestos irritantes o que produzcan sensaciones táctiles también revelen diferencias entre los grupos de sensibilidad al PROP.

A pesar de que el amargor es una sensación gustativa y la astringencia una táctil, es posible esperar una relación entre los grupos de probadores del PROP y la percepción de la astringencia ya que las papilas fungiformes de la lengua están inervadas por dos nervios diferentes, el trigémino (IX) y el facial (VII); este último a través de la rama corda tímpano (Whitehead *et al.*, 1985), los cuales transmiten sensaciones táctiles y gustativas respectivamente.

La sensación de astringencia es detectada por los mecanorreceptores del nervio trigeminal que inervan las papilas fungiformes y el amargor del PROP es detectado por los del nervio corda tímpano, que inervan también las papilas fungiformes.

Se han encontrado algunos aspectos propios de los individuos que afectan las relaciones entre PROP y otras sustancias, como son el efecto del género (Bartoshuk *et al.*, 1994) y la concentración de los compuestos a estudiar (Cubero-Castillo, 2002). Se ha encontrado que las mujeres son más sensibles al PROP que los hombres. Hay mayor número de mujeres SP que de hombres en las poblaciones estudiadas (Bartoshuk *et al.*, 1994). Reedy *et al.* (1993) reportaron que más mujeres poseían mayor densidad y cantidad de papilas fungiformes que los hombres. El investigar la diferencia que existe entre géneros dará una visión más completa y real del comportamiento de la población en estudio.

Por otro lado, cuando se utilizaron concentraciones bajas cercanas al umbral, se encontró relación entre el estatus de probador de PROP y la intensidad del amargor de los compuestos evaluados (Hall *et al.*, 1975., Bartoshuk, 1979., Mela, 1989., Smagghe & Louis-Sylvestre, 1998). Mientras que en estudios donde se utilizaron concentraciones a niveles de supraumbral (fácilmente detectables), las intensidades percibidas de los compuestos amargos o dulces no presentaron relación con el estatus de probador de PROP en unos casos (Bartoshuk *et al.*, 1988., Yokomukai *et al.*, 1993.,

Schiffenstein & Frijters, 1991) aunque en otros sí presentaron esta relación (Gent & Bartoshuk, 1983., Leach & Noble, 1986).

Esto indica que la concentración del compuesto astringente podría influir en la correlación que se busca entre los grupos de sensibilidad al PROP y la intensidad percibida de astringencia.

## II, OBJETIVOS

### 2. 1) Objetivo General

Determinar la relación que existe entre la sensibilidad que presenta una población costarricense al 6-n-propil tiouracilo (PROP) y la intensidad percibida de astringencia.

### 2.2) Objetivos específicos

- ① Clasificar una muestra de la población costarricense con base en su sensibilidad al compuesto PROP por medio de diferentes métodos.
- ② Relacionar el estatus de probador del PROP (clasificación en uno de los tres grupos: NP, PM y SP) con la intensidad percibida de las soluciones modelo astringentes.
- ③ Determinar el efecto de la concentración del compuesto astringente sobre la relación entre la intensidad astringente percibida y el estatus de probador de PROP.
- ④ Investigar el efecto del género sobre la percepción de astringencia con relación al estatus de probador del PROP.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Medición de la sensibilidad y percepción al 6-n-propiltiouracilo (PROP)

La "ceguera" para el gusto provocada por sustancias que contienen un grupo tiourea, se da en personas que no las perciben y se conoce desde 1930 (Fox, 1931).

Fox (1931) fue el primer investigador en detectar que algunas personas percibían a un compuesto amargo llamado Feniltiocarbamida (PTC) como insípido, mientras que otras lo detectaban amargo.

En 1931 se realizaron estudios con familias, los cuales revelaron que el ser no probador de PTC era una característica recesiva (tt), mientras que el ser probador era dominante (TT), o al menos mitad dominante (Tt, +T) (Blakeslee & Salmon, 1931).

Luego Harris & Kalmus (1949) introdujeron el método del umbral para realizar evaluaciones con PTC. Así, determinando los umbrales de PTC se obtenía una distribución bimodal, con lo cual fue posible realizar una primera clasificación, probadores y no probadores (Harris & Kalmus, 1949). Otros compuestos similares al PTC, los cuales contienen el grupo tiourea (N-C=S), producían la distribución bimodal característica del PTC; incluyendo el PROP (Harris & Kalmus, 1949).

El PTC se utilizó por bastante tiempo para realizar estudios de variación genética, pero eventualmente fue sustituido por el PROP (Fisher & Griffin, 1964; Lawless, 1980), ya que este último es un fármaco que en bajas dosis no es activo farmacológicamente, y que no crea ningún disturbio en los individuos que lo prueban; mientras que el PTC tiene un olor sulfuroso y su toxicidad no ha sido del todo comprendida (Prutkin *et al.*, 2000). Fisher *et al.* (1965) encontraron una asociación entre el umbral de PROP y el de otras drogas no relacionadas. Sin embargo,

posteriormente se encontró que la medida de umbrales no es un buen método para estudiar la experiencia sensorial, ya que únicamente se refiere a las sensaciones más débiles y no a las intensidades sensoriales de la vida cotidiana.

Por otro lado, Stevens (1961) desarrolló la escala llamada "estimación de magnitud", con la cual se podían medir las intensidades percibidas a concentraciones de supraumbral (fácilmente percibidas); dicha escala ha sido utilizada desde entonces para buscar relación entre la percepción del PROP y otras sustancias.

Hall *et al.* (1975) por primera vez publican un estudio donde se relaciona la intensidad percibida de PTC (medida con una escala) y de otro compuesto, cafeína, que no contenía el grupo tiourea. Ellos encontraron que el amargor de la cafeína era más intenso para los individuos que percibían el PTC amargo, llamados probadores, y menos intenso para los no probadores, los cuales no percibían el amargor del PTC.

Posteriormente, Bartoshuk (1979) reportó que la sacarina y la sacarosa eran percibidas más dulces por los probadores de PROP que por los no probadores. Más estudios se realizaron para determinar la relación entre la proporción del PROP y la intensidad percibida de otros compuestos como neohesperidina-hidrochalcona (NHDC), sacarina, KCl y benzoato de sodio (Gent & Bartoshuk, 1983; Bartoshuk *et al.*, 1988). Otros estudios fueron hechos usando diferentes escalas. Conforme las investigaciones con PROP continuaban, se encontraba una variabilidad muy alta en las funciones psicofísicas para PROP entre los probadores. Parecía evidente que el grupo de probadores de PROP se podía subdividir. Así Bartoshuk *et al.* (1994) utilizaron una proporción o razón entre la intensidad percibida de dos soluciones de PROP y de dos soluciones de NaCl, y encontraron que las soluciones de PROP eran percibidas de manera más intensa que las soluciones de NaCl para un grupo, mientras que para otro, las intensidades percibidas de PROP y NaCl eran similares. De esta forma, se empezó a clasificar a los probadores en dos grupos; uno llamado superprobadores (SP), los



cuales perciben el PROP más intensamente que el NaCl, y otro llamado probadores medios (PM), quienes perciben las soluciones de PROP y NaCl en forma similar.

Por otro lado, Reed *et al.* (1995) matemáticamente demostraron que hay tres distribuciones que se ajustan a los datos de umbrales del PROP. Puesto que hay tres genotipos para la percepción del PROP (dos alelos recesivos (tt), un alelo recesivo y otro dominante (Tt) y dos alelos dominantes (TT)), el descubrimiento de estos tres grupos sugiere la posibilidad de que éstos reflejen los tres genotipos. El hecho de localizar el gen para la percepción del PROP puede permitir probar esta hipótesis (Reed *et al.*, 1999).

También se ha encontrado que los superprobadores tienen papilas fungiformes más pequeñas y en mayor número; por lo tanto tienen más neuronas trigéminas (Prutkin *et al.*, 1999), más poros gustativos y mayor densidad en las glándulas gustativas por papila que los probadores medios, y éstos más que los no probadores (Prutkin *et al.*, 1999; Bartoshuk *et al.*, 1994; Reedy *et al.*, 1993). Además, los SP tienen anillos de tejido alrededor de los poros gustativos, cosa que no se ha encontrado en los NP (Reedy *et al.*, 1993).

Es importante señalar que la percepción de las sensaciones no depende solamente del número de papilas fungiformes, sino de la integridad de los botones gustativos con la papila así como del transporte de información por los nervios de las papilas hasta el cerebro (Bartoshuk *et al.*, 1994).

Si se tienen sólo dos clasificaciones (probadores y no probadores), hay traslape entre las mismas, por lo que cualquier intento de clasificar a los probadores en TT y Tt por medio de un criterio de umbral llevaría a muchos errores (Bartoshuk *et al.*, 1994).

Hay varios métodos psicofísicos para hacer la clasificación de individuos en cada estatus de probador de PROP. Lawless (1980) desarrolló un método de escrutinio simple que involucra probar una única solución de PROP a concentraciones de

supraumbral. Este procedimiento ha sido utilizado para clasificar tanto niños como adultos, aunque no diferencia entre probadores medios y superprobadores, lo cual limita su utilidad.

Técnicas de umbral se han usado bastante; sin embargo, estos métodos consumen mucho tiempo y requieren que los jueces prueben muchas muestras. Además, la medida de umbrales no diferencia probadores medios de superprobadores, por lo que los umbrales se usan en conjunto con medidas de intensidad de concentraciones de supraumbral. En el método establecido por Bartoshuk *et al.* (1994), los individuos prueban 4 soluciones a concentraciones fácilmente percibidas de PROP y de NaCl, usando una escala. Este método se ha usado con escala de estimación de magnitud, con escala de nueve categorías y escala lineal de 15 centímetros de largo (Tepper *et al.*, 2001).

La preocupación con respecto al método de clasificación usando concentraciones de supraumbrales es la falta de un criterio aceptable para separar a los probadores de los superprobadores (Tepper *et al.*, 2001). Bartoshuk *et al.* (1994) definen el criterio para dividir los dos grupos como la "razón de PROP", la cual representa la intensidad relativa percibida de PROP comparada con la de NaCl en promedio de dos concentraciones altas para cada compuesto.

Según Bartoshuk *et al.* (1994), una "razón de PROP" de 1.2, diferencia los superprobadores de los probadores medios. Otros investigadores calculan la "razón de PROP" usando cinco concentraciones de PROP y NaCl y usan un punto de corte entre superprobadores y probadores medios que va desde 1.6 hasta 2.5, dependiendo del estudio. Otro estudio coloca a los individuos en cada estatus de probador de PROP comparando visualmente las curvas de percepción de dos concentraciones de PROP y las de dos concentraciones de NaCl, para cada persona. Los que tenían curvas de percepción de PROP con mayor intensidad que las de NaCl, se clasifican como superprobadores, los que presentaban intensidades similares para ambos compuestos

se clasificaban como probadores medios y los que evaluaban al PROP menos intenso que el NaCl, eran no probadores (Tepper *et al.*, 2001). De manera que existen varias formas de clasificar a los individuos de acuerdo a su sensibilidad al PROP.

## **3.2 Comparación de intensidades percibidas entre individuos**

### **3.2.1 Efecto de la población en estudio**

En estudios psicofísicos se ha encontrado que en poblaciones caucásicas el porcentaje de no probadores (tt) de PROP es de 25%, de probadores medios (tT) es de 50% y de superprobadores (TT) es de 25% (Prutkin *et al.*, 1999a), mientras que en otras razas como chinas, japonesas, africanas y latinas, se ha encontrado un 10% de la población no probadora (Guo *et al.*, 1998; Sato *et al.*, 1997).

### **3.2.2 Escala de magnitud rotulada de Green**

Las escalas que se usan para medir diferencias entre individuos deben proveer valores que se sabe representan las mismas intensidades percibidas para todos los individuos. Por lo general, este requisito no es tomado en cuenta en comparaciones de poblaciones (Prutkin *et al.*, 2000).

Antes de establecer el estatus del PROP, hay que corregir las diferencias psicofísicas que existen entre cada grupo. No es sólo uno, sino una integración de factores, lo que hace a estos grupos diferentes. Para la interpretación de estos datos, se ha encontrado que la escala más útil es la escala de magnitud rotulada de Green (LMS), por sus siglas en inglés, la cual tiene propiedades de proporción y está compuesta por descriptores verbales dispuestos logarítmicamente a lo largo de la

escala, o sea, en espacios no lineales (Green *et al.*, 1993). El que la escala Green tenga distancias desiguales entre los descriptores fue ideado por Borg, quien afirmó que la clave de las propiedades numéricas de una escala es el espacio de sus categorías (Borg, 1982).

La escala de magnitud rotulada de Green tiene adjetivos de intensidad espaciados de tal forma que la escala tiene propiedades proporcionales (ejemplo: un estímulo valorado en 50 es el doble de intenso a uno de 25). La escala es vertical, lineal de 16,5 centímetros de largo con 6 adjetivos distribuidos a lo largo de ella que representan un incremento de intensidad.

La escala tiene en la parte superior, el adjetivo "lo más fuerte imaginable". Este adjetivo se refiere a la sensación más fuerte de cualquier tipo. La escala de Green fue originalmente usada de manera que "lo más fuerte imaginable" se refería únicamente a sensaciones orales (Green *et al.*, 1993). Para hacer las comparaciones absolutas entre individuos, la sensación oral "más fuerte imaginable" no tiene que variar sistemáticamente con cualquier sensación medida, debido a que los superprobadores perciben más intensamente que los probadores, no solamente sabores, sino dolor y sensaciones táctiles en la cavidad oral, por lo que la intensidad del descriptor de la sensación oral "lo más fuerte imaginable" sería mayor en los superprobadores que en los no probadores.

La escala Green será exitosa para comparar las intensidades percibidas entre no probadores, probadores medios y superprobadores únicamente si los adjetivos tienen el mismo significado, en promedio, para los tres grupos. Así, el adjetivo "lo más fuerte imaginable" se referirá a las sensaciones más fuertes de cualquier clase o modalidad estableciendo el dominio para el ámbito completo de intensidades percibidas (Bartoshuk, 2000).

Para construir esta escala se le pidió a los jueces estimar la magnitud de una variedad de experiencias de la vida cotidiana (de memoria) y darle nombre a esas

experiencias utilizando adjetivos (Green *et al.*, 1993). Se les pidió que utilizaran sólo los descriptores que pudieran manejar cómodamente. La media de los logaritmos de las magnitudes estimadas y los intervalos de confianza al 95% de los seis descriptores obtenidos fueron los siguientes: "apenas perceptible",  $0.14 \pm 0.19$ ; "débil",  $0.76 \pm 0.17$ ; "moderado",  $1.21 \pm 0.16$ ; "fuerte",  $1.52 \pm 0.17$ ; "muy fuerte",  $1.70 \pm 0.18$ ; y "lo más fuerte imaginable",  $1.98 \pm 0.21$ . Los descriptores verbales se colocaron de forma desigual en la escala de acuerdo con su media geométrica asociada, es decir, el antilogaritmo de las medias de los logaritmos (Green *et al.*, 1993).

La escala Green LMS se ha catalogado como la más efectiva para determinar relaciones entre los individuos cuando se cree que hay variación genética entre ellos (Lucchina *et al.*, 1998b) y está comprobado que puede utilizarse en vez del sistema de estimación de magnitud, porque proporciona datos comparables a este último y no está limitada como éste, en dos aspectos de percepción: la intensidad "absoluta" de las sensaciones (si son débiles, moderadas o fuertes) y las diferencias individuales (Green *et al.*, 1993).

Para medir variaciones genéticas entre poblaciones, se debe utilizar una escala que no tenga efectos de tope (*ceiling*) (Bartoshuk, 2000).

Los efectos de tope causan variaciones en la intensidad percibida de las sustancias a medir, ya que comprimen todos los valores detectados por el individuo, por lo que no permiten que se vean las diferencias entre los individuos. Por ejemplo, en la escala de 9 puntos, en donde se produce este efecto, la clasificación de probadores medios y superprobadores no se logra apropiadamente, ya que a ciertas concentraciones los probadores medios expresan en la escala una sensación menos intensa que los no probadores, cuando en realidad la detectan más intensa (Bartoshuk, 2000).

Otro estudio realizado para detectar daños en nervios gustativos, comparó la escala de 9 puntos con la escala Green y pudo mostrar el efecto de tope que la escala

de 9 puntos produce, ya que la correlación entre la salinidad del NaCl y el amargor del PROP fue positiva utilizando la escala Green y significativamente negativa utilizando la de 9 puntos (Prutkin *et al.*, 1999a).

### 3.2.3 Uso de un estándar

Para una interpretación correcta de los datos, es necesario tener un estándar que sea percibido de igual forma, en promedio, por todos los individuos del estatus de probador del PROP (o al menos no sistemáticamente diferente entre probadores y no probadores) (Bartoshuk *et al.*, 1994), para que a partir de él sea posible hacer comparaciones.

El estándar que se utilice cuando se estudie el PROP no debe estar asociado a éste, de modo que en promedio el estándar sea percibido de forma semejante en cada grupo. El efecto que produzca el PROP y el estímulo de interés dependen del estándar usado (Prutkin *et al.*, 2000). Por ejemplo, utilizando tonos musicales como estándar, la sensación de interés es percibida más fuerte por los superprobadores y menos por los no probadores, mientras que utilizando NaCl como estándar, no se da casi diferencia entre los grupos del estatus de probador de PROP. Esto se debe a que la información se expresa como relativa al estándar (Prutkin *et al.*, 2000).

Bartoshuk *et al.* (1994) han utilizado el NaCl en estudios con PROP y también han utilizado tonos musicales. Investigaciones subsecuentes sugirieron que los tonos musicales y el NaCl son estándares casi equivalentes en estudios con PTC o PROP (Marks *et al.*, 1988).

Sin embargo, esos estudios fueron hechos antes de entender que el PROP puede alterar la intensidad de otros sabores o sensaciones debido al efecto de contexto.

### 3.2.4 Efectos de contexto

Actualmente se sabe que las intensidades percibidas varían en función de las intensidades que las preceden (Marks, 1992). Por ejemplo, un tono musical moderadamente alto se sentirá relativamente más alto si fue precedido por un sabor intenso. En estudios previos, los tonos musicales y las soluciones de NaCl y de PROP se presentaban aleatoriamente. Para los probadores, el amargor intenso del PROP probablemente intensificó la intensidad de los tonos. Puesto que los datos fueron normalizados con los tonos, el NaCl pudo sentirse relativamente menos intenso para los probadores, ocultando diferencias con los no probadores. Al presentar PROP al final, para prevenir efectos de contexto, cuando se estaba evaluando NaCl, tonos y PROP, mostró que el NaCl era más intenso para los superprobadores (Bartoshuk *et al.*, 1998). De manera que si bien usando NaCl como estándar se encontrarían diferencias entre los no probadores, probadores medios y super probadores, el tamaño de esas diferencias sería subestimado, por el efecto de contexto (Bartoshuk *et al.*, 1998).

Los efectos de contexto inducidos de PROP se pueden evitar si el PROP se prueba al final de la sesión o en días separados. Desafortunadamente no se conoce el tiempo requerido para que el efecto de contexto se disipe (Prutkin *et al.*, 2000).

### 3.2.5 Importancia del género en la percepción sensorial

Varios estudios (Fernberger, 1932; Boyd & Boyd, 1937; Falconer, 1946; Hartmann, 1939., Bartoshuk *et al.* 1994) han demostrado que aunque al determinar la percepción del amargor por parte de hombres y mujeres se obtengan curvas bimodales, las diferencias entre las mismas son considerables y significativamente diferentes.

Las mujeres, tanto no probadoras como probadoras, han mostrado una sensibilidad ligeramente mayor al PROP que los hombres (Kalmus, 1958). De hecho, la mujer se ha considerado más propensa a ser probadora (Bartoshuk *et al.*, 1994; Blakeslee & Salmon, 1931) y más sensible al PROP que los hombres. Hay mayor número de mujeres SP que hombres en las poblaciones estudiadas (Bartoshuk *et al.*, 1994), por lo que las mujeres perciben más irritación oral que los hombres (Bartoshuk *et al.*, 1995).

Se encontró que las mujeres SP tuvieron menor aceptación por productos que contienen compuestos amargos como el jugo de toronja, el té verde, las coles de Bruselas (Brussels sprouts) y algunos productos de soya (Drewnowski *et al.*, 2001).

Un estudio realizado sobre las preferencias por alimentos altos en dulzor o grasa, detectó que las mujeres SP tienden a rechazar más estos productos que los hombres (Duffy & Bartoshuk, 2000). Lo mismo sucede con productos muy amargos (Looy & Weingarten, 1991).

Con respecto a la sensibilidad en el embarazo, se hizo un estudio sobre la asociación entre el incremento de la percepción del amargor y la Hiperemesis gravidarum (vómito durante el embarazo). Se tenían dos grupos: uno que presentaba vómitos abundantes y otro vómitos escasos. El grupo con vómitos abundantes, tenía menos NP que el que presentaba vómitos escasos, lo cual refuerza la teoría de que las SP son más sensibles (Sipiora *et al.*, 2000).

La intensidad de los sabores varía también con los cambios hormonales. Hay diferentes resultados para PROP entre las mujeres, según el momento del ciclo hormonal en el que estén, aunque los resultados son ambiguos porque no todas las mujeres en un mismo estado se comportan igual (Beiguelman, 1964). En otro estudio se encontró también la posibilidad de que el número de células gustativas puede variar durante el ciclo menstrual (Bartoshuk *et al.*, 1994).



Los resultados obtenidos a partir de una población mixta no son tan válidos como los obtenidos por género debido a varias razones: (i): las mujeres alcanzan un máximo en la sensibilidad al amargor durante el primer trimestre del embarazo (por eso algunas se convierten en PM o SP en su primer embarazo) (Hoyme, 1955) y un mínimo después de la menopausia, (ii) los hombres perciben el amargor del PROP cada vez menos conforme envejecen y (iii) se han encontrado diferencias genéricas en el número de neuronas gustativas (Prutkin et al., 2000). Por lo tanto, el investigar la diferencia que existe entre géneros da una visión más completa y real del comportamiento de la población en estudio.

Por otro lado, se ha reportado que más mujeres poseían mayor densidad y cantidad de papilas fungiformes y de poros gustativos que los hombres (Reedy *et al.*, 1993, Miller, 1987, Duffy & Bartoshuk, 2000). Por ejemplo, en un estudio que se realizó tiñendo la lengua (excepto las papilas fungiformes), se vio que el 17% de las mujeres tenían más poros gustativos que cualquier hombre en la muestra (Miller & Reedy, 1990).

### 3.2.6 Relación de la percepción del PROP y la intensidad percibida de otras sustancias no relacionadas

Algunos estudios han intentado relacionar la sensibilidad al PTC y PROP con la percepción de otros compuestos que no están relacionados con ellos (no poseen el grupo tiourea) como son sacarina, sacarosa, cafeína, quinina, denatonio, neohesperidina, naringina, etanol, capsaicina, mentol, KCl, NaCl, cinamaldehído y grasas (Hall *et al.*, 1975; Bartoshuk, 1979; Leach & Noble, 1986; Bartoshuk *et al.*, 1988; Mela, 1989; Schifferstein & Frijters, 1991; Bartoshuk *et al.*, 1992, Bartoshuk, 1993; Karrer *et al.*, 1992; Yokomukai *et al.*, 1993; Drewnowski *et al.*, 1997a; Drewnowski *et al.*, 1997b; Drewnowski *et al.*, 1998; Smaghe & Louis-Sylvestre, 1998; Drewnowski *et al.*, 1999;

McBurney *et al.*, 2001, Prescott & Swain-Campbell, 2000; Szolcsanyi *et al.*, 1975; Lucchina *et al.*, 1998b; Prutkin *et al.*, 2000). En algunos casos se encontró que los superprobadores percibían más intensamente estos compuestos que los probadores medios y éstos más que los no probadores. Sin embargo, en algunos casos no hubo relación entre el estatus de probador y la intensidad percibida de otros compuestos.

Bartoshuk (2000) sugiere que el que algunos de estos estudios hayan dado resultados conflictivos puede deberse a diferencias en los procedimientos seguidos, como son: la clasificación en probadores y no probadores únicamente, sin separar a los super probadores, el uso de escalas con efecto de tope (como es el caso de la escala de 9 puntos), el hacer la presentación de todos los estímulos (incluyendo PROP) en forma aleatoria, lo cual produce efectos de contexto, y el tipo de población, es decir, mixta o sólo mujeres.

Además, la correlación entre el estatus de probador de PROP/PTC y las respuestas a otros compuestos, puede variar con las concentraciones de la solución. Cuando se usaron concentraciones bajas, cercanas al umbral, se encontraron correlaciones entre el estatus de probador de PROP o PTC y el amargor de otros compuestos no relacionados (Hall *et al.*, 1975; Bartoshuk, 1979; Mela, 1989; Smaghe & Louis-Sylvestre, 1998). Gent & Bartoshuk (1983) observaron que no hubo diferencias en la intensidad percibida de dulzura de la neoesperidina dihidrochalcona (NHDC) a 0.32 mmol/l, mientras a concentraciones menores sí se encontraron diferencias por estatus de probador de PROP.

Por otro lado se ha tratado de relacionar la preferencia por alimentos con el estatus de probador del PROP. Así, se encontró una relación positiva entre el estatus del PROP y la sensación de ardor causada por la capsaicina (encontrada en los chiles picantes) y es posible que los PM y SP de PROP eviten alimentos muy condimentados o picantes (Karrer & Bartoshuk, 1995).

El impacto del estatus de probador del PROP con la percepción y preferencia por la naringina alcanzó niveles significativos y una distribución bimodal a diferencia con la de las naranjas, el jugo de naranja y las manzanas, que resultó unimodal (Drewnowski *et al.*, 2001b).

Con productos de soya se encontró que los probadores de PROP muestran una aceptabilidad menor para el miso y el tofu que los no probadores (Akella *et al.*, 1998). Para con el café, se encontró baja aceptación por parte de los probadores para café normal, expreso e instantáneo.

En cuanto a las sensaciones táctiles en la boca, se ha encontrado que los superprobadores perciben más intensamente las sensaciones grasosas del aceite en aderezos de ensaladas, del aceite de canola y mayor viscosidad de la goma de guar (Prutkin *et al.*, 1999a).

Únicamente se encontró una investigación donde se estudia la relación entre la intensidad percibida y la aceptación de los compuestos fenólicos presentes en las cáscaras de bananos verdes, con la sensibilidad al PROP. No se encontró relación entre el estatus de probador del PROP y la astringencia percibida de las cáscaras de banano verde (Monneuse *et al.*, 2000). No se han encontrado estudios donde se relacione el estatus de probador de PROP con la astringencia de soluciones modelo, ni donde se controlen las concentraciones del compuesto astringente.

### 3.3 Sensación de Astringencia

#### 3.3.1 Definición de astringencia y su relación con los alimentos

El término astringencia se incluye bajo el término general "sensación posterior" ("afterfeel"), tiene un componente de irritación trigémino (Guinard & Mazzuchelli, 1997) y se refiere a dos sensaciones: la primera es oral, comúnmente descrita como "sequedad o sensación de arrugamiento", la cual se detecta a través de la cavidad oral

cuando se percibe un cambio en la misma (Breslin *et al.*, 1993; Lee & Lawless, 1991) y la segunda es la sensación de "aspereza" y "pungencia" (acritud, sensación picante) (Green, 1993). La astringencia es una de las sensaciones que el consumidor más rechaza. En muchos de los alimentos y bebidas, la astringencia se debe a la presencia de compuestos fenólicos de alto peso molecular (Drewnowski & Gómez, 2000).

Muchas veces, la astringencia va a ser un criterio determinante en la calidad de un producto. Por ejemplo, en el té negro debe controlarse la astringencia (expresada en la cantidad de catequinas y teflavinas), ya que la concentración de estos compuestos en el té está por encima del umbral que tiene el consumidor en promedio, por lo que es probable que la detecte y eventualmente, lo rechace (Ding *et al.*, 1992). Si compuestos como los polímeros de catequina (compuestos astringentes del chocolate) o la sinigrina (compuesto amargo de la coliflor, brócoli o repollo) están presentes en los alimentos en una concentración alta, se considera que dichos alimentos tienen un gran defecto sensorial. Por esto es de vital importancia que la industria cuente con jueces que sepan distinguir perfectamente el límite en que estas sustancias le empiezan a dar algún sabor extraño al producto.

La astringencia puede deberse fundamentalmente a reacciones químicas complejas entre polifenoles y proteínas de la boca y la saliva (Breslin *et al.*, 1993). Bacon y Rhodes (2000), afirman que las proteínas ricas en prolina de la saliva humana tienen gran afinidad por compuestos polifenólicos (por ejemplo, los taninos presentes en los vinos), ya que forman complejos estables, lo cual puede tener un papel importante en la sensación de sequedad (astringencia) en la boca que este tipo de compuestos provoca.

De forma muy sencilla, se puede afirmar que los compuestos que tienen la capacidad de asociarse con proteínas y entrecruzarlas, se consideran astringentes (Bates-Smith, 1973; Haslam & Lilley, 1988).

La sensación astringente se da debido a que los compuestos tienen un efecto en la capacidad lubricante de la saliva, haciéndola menos viscosa y por lo tanto, menos lubricante. Al ser reducido el poder de lubricación y aumentada la cantidad de residuos pegajosos, aumenta inevitablemente el coeficiente de fricción entre las superficies de la mucosa, lo que cambia la calidad de las sensaciones táctiles percibidas cuando las superficies se frotan unas con otras (Green, 1993).

Anteriormente se tenían varias teorías que se contradecían entre sí, ya que unas decían que la astringencia era una sensación táctil y otras, que la astringencia era una sensación gustativa.

Lea & Arnold (1978) caracterizaron a la astringencia y el amargor (el cual se considera una sensación gustativa) como sensaciones gemelas, debido a que casi todos los compuestos fenólicos son amargos y astringentes al mismo tiempo, lo cual implica que ambas sensaciones debían ser gustativas. También se había dicho que la astringencia era una sensación gustativa y no táctil debido a que algunos compuestos astringentes afectan el transporte a través de los canales de sodio en el epitelio lingual (Simon *et al.*, 1992) y estimulan el nervio cordal del tímpano y no al trigémino (Kawamura *et al.*, 1969; Schiffman *et al.*, 1991), por lo que se concluyó que la astringencia era una sensación gustativa en vez de táctil.

Esta controversia se acabó cuando Breslin *et al.* (1993) concluyeron que la astringencia es una sensación táctil, por tres razones principales: primero, la astringencia se produce en superficies orales que no son gustativas (interior de las mejillas y labios), segundo, la astringencia es aumentada grandemente por el movimiento de una superficie oral contra otra, y tercero, la astringencia es provocada por compuestos químicos que se sabe precipitan proteínas.

Más aún, Breslin *et al.* (1993) descubrieron que compuestos de aluminio producen sensaciones de astringencia en la encía y labio superiores, por lo que no es necesario un estímulo gustativo para que la astringencia se sienta. Además, no se ha

encontrado evidencia que soporte la hipótesis alternativa de que la estimulación gustativa provoca sensaciones que los humanos detectan como astringentes (Boring, 1942; Lea & Arnold, 1978; Clifford, 1986; Schiffman *et al.*, 1991). Además ciertos lubricantes pueden disminuir la sensación que producen los compuestos astringentes (Guinard & Mazzuchelli, 1997).

Es por lo anterior que a lo largo de esta investigación se considerará a la astringencia como una sensación meramente táctil.

### 3.3.2 Percepción de la astringencia

El sentido del gusto nos permite distinguir entre los alimentos que no son apetecibles o tóxicos y los que son nutritivos. Es un sentido fuertemente ligado a funciones primitivas emocionales y conductuales de nuestros sistemas nerviosos y es principalmente función de los botones gustativos de la boca, los cuales están contenidos en las papilas fungiformes (las cuales están en la parte anterior de la lengua) (Guyton, 1992) y papilas caliciformes (las cuales están en la parte posterior de la lengua).

Dos nervios craneales inervan las papilas fungiformes en la parte anterior de la lengua. Un 25% de las fibras que inervan las papilas fungiformes provienen de una rama del nervio facial (VII) llamada cuerda del tímpano y el 75% del nervio trigémino (V) (Beidler, 1969). El sabor es transportado por la rama del nervio facial llamada cuerda del tímpano, mientras que las sensaciones de dolor, como por ejemplo, la pimienta en la comida, que estimula terminaciones nerviosas somáticas o de dolor (Guyton, 1992) y las sensaciones táctiles y termales, son transportadas por el nervio trigémino (Prutkin *et al.*, 1999b).

Las fibras del nervio cuerda del tímpano (VII) sinapsan con células gustativas de los botones gustativos. Las fibras del nervio trigémino rodean cada botón gustativo

y terminan en la cima de la papila fungiforme, un área menos queratinizada, y por lo tanto, más propensa a tener acceso a estímulos de dolor (Nagy *et. al.*, 1982; Whitehead *et. al.*, 1985; Finger *et. al.*, 1994; Whitehead & Kachele, 1994).

Puesto que la astringencia es causada por la precipitación de las proteínas que provocan cambios físicos en la saliva y el epitelio, provocando fricción en la cavidad oral, y es percibida cuando las superficies se frotan unas con otras, es probable que esta sensación sea detectada por los mecano-receptores muco-cutáneos del nervio trigémino (Lyman & Green, 1990). El nervio trigémino se divide en dos: uno en cada lado de la cabeza. Cada uno se desencadena en tres nervios periferales que inervan la cara, las áreas de la boca, los dos tercios exteriores de la lengua y la "dura mater" que cubre al cerebro (Bear *et al.*, 1996). La información se transporta por medio de conexiones sensoriales del nervio trigémino (axones), los cuales toman rutas diferentes en el cerebro y sinapsan en neuronas de segundo orden en el núcleo trigémino para finalmente llegar al tálamo y dejar la información en la corteza somático-sensorial.

El sistema somático sensorial tiene cuatro funciones principales: toque discriminativo (para reconocer el tamaño, forma y textura de los alimentos); propiocepción (sentido de posición estática y móvil de la mandíbula); nocicepción (signo de daño en tejido oral o nasal, expresado con dolor) y sentido de la temperatura (Guinard & Mazzuchelli, 1997).

Partiendo del hecho que los SP tienen más densidad de poros por papila y mayor número de papilas fungiformes y que las fibras del nervio trigémino tienden a estar anatómicamente asociadas con las papilas fungiformes (Whitehead *et al.*, 1985), puede decirse que entre más papilas fungiformes estén presentes, mayor número de fibras trigéminas habrá. Dada esta inervación doble de las papilas fungiformes, no sorprende que los superprobadores perciban más intensamente la sensación quemante del etanol

y la capsaicina que los probadores medios y éstos más que los no probadores (Prescott & Swain-Campbell, 2000).

### 3.3.3 Factores que afectan la medición de la astringencia

Existe una serie de factores que afectan la percepción de la astringencia por parte del ser humano. El primero, entre otros, es el acarreamiento (Guinard *et al.*, 1986), que se entiende por la influencia que el estímulo precedente tiene sobre la percepción del segundo en un par de muestras, debido a una acumulación del efecto del compuesto, lo cual produce una respuesta más alta en el segundo que la que se percibiría si se probara de primero (Arnold, 1983; Guinard *et al.*, 1986). Esto se comprobó con un experimento utilizando vino y cerveza, en el que los panelistas detectaron mayor astringencia a partir de tres y cinco exposiciones, respectivamente. También se vio que la velocidad de ingestión afectó la velocidad de incremento de la sensación (Lyman & Green, 1990).

El segundo factor es el cambio en la sensación por la adición de sustancias como sacarosa o aspartame, que aumentan el flujo salival y la viscosidad de la sustancia que se examina, disminuyendo significativamente la sensación de sequedad o astringencia (Lyman & Green, 1990).

El tercer factor es la concentración del compuesto astringente, puesto que influye en la percepción del mismo, es decir, entre más alta sea la concentración, más astringente se siente la muestra. Esto ocurrió en una prueba con dos muestras: la primera era una disolución de aluminio, que era más astringente que la segunda (una mezcla de sacarosa, ácido hidroclicórico y sulfato de quinina. Los panelistas detectaron a la muestra de aluminio menos astringente en un 68% de los casos, debido a la sensación gustativa mayor de la segunda muestra (Breslin *et al.*, 1993).



El cuarto factor es la sensibilidad individual, porque según el paladar de cada persona (debido a factores genéticos) la misma sustancia astringente puede ser percibida de forma diferente (en cuanto a intensidad) a pesar de tener la misma concentración (Prutkin *et al.*, 2000).

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1 Localización del proyecto

El presente proyecto de graduación se realizó en el Laboratorio de Química de la Escuela de Tecnología de Alimentos.

### 4.2 Materia Prima

Se utilizaron 15 soluciones de PROP (ALDRICH), para las mediciones del umbral, preparadas con agua bidestilada para evitar el olor a cloro del agua potable normal. Se utilizó una dilución progresiva de la solución más concentrada, de forma que la concentración disminuyera en un cuarto logarítmico hasta llegar a  $1 \cdot 10^{-6} M$ , según las recomendaciones de Drewnowski *et al.* (1997a) (Sección 9.2.1 del apéndice).

Se utilizó NaCl (calidad comercial) a dos concentraciones diferentes: 0.32 M y 1M y otras dos concentraciones diferentes de PROP para las mediciones de supraumbral: 0.001 M y 0.0032 M.

Se utilizó sulfato de aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) (SIGMA) para determinar la astringencia, a tres concentraciones diferentes (0.4%, 0.2% y 0.04%) definidas en una prueba preliminar (las disoluciones fueron preparadas con agua bidestilada).

Se utilizaron tres tipos de enjuagues:

- 1) Una disolución de gelatina sin sabor (calidad comercial) al 6% (Noble, 1998) como enjuague entre los estímulos astringentes para evitar el acarreamiento entre muestras.
- 2) Agua bidestilada como enjuague entre los estímulos salados y entre las disoluciones de PROP utilizadas para medir el umbral.

- 3) Una disolución de alcohol etílico al 3% (destilado en laboratorio de química del CITA) como enjuague entre las repeticiones de PROP a concentraciones altas, para eliminar el sabor amargo que deja el PROP a concentraciones altas.

### **4.3 Conformación del panel sensorial**

El estudio fue realizado con 77 personas (41 mujeres y 36 hombres), con edades de 20 a 50 años y buen estado de salud. No tenían problemas de percepción debido a medicinas, algunos fumaban, otros no; lo mismo que para el consumo de alcohol (ver apéndice). Fue un estudio psicofísico, por lo que no se tomó en cuenta el estatus social, el lugar de residencia, las preferencias ni la educación de los individuos. (Secciones 9.2.2 y 9.2.3 del apéndice).

### **4.4 Pruebas preliminares: Concentraciones y enjuagues para la prueba con estímulos astringentes**

Se realizaron pruebas a nivel de laboratorio con sulfato de aluminio para determinar tres concentraciones (una baja, una mediana y una alta) que produjeran una sensación astringente baja, media y moderada, y que un panel lograra diferenciar entre ellas el grado de astringencia. Las pruebas se hicieron por prueba y error.

También se determinó el número (3 o 4) de enjuagues necesarios con una solución de gelatina y el tiempo de descanso que debía haber entre cada muestra (30 o 60 segundos) para eliminar el acarreamiento entre ellas. Se realizaron pruebas de escogencia forzada con dos soluciones idénticas de sulfato de aluminio al 0.5%. Se pedía al juez escoger la más fuerte. Si en cada prueba la mayoría de los jueces escogió la segunda, era porque estaba dándose el acarreamiento. Se determinó el número de

enjuagues y el tiempo de descanso entre muestras de manera que el juez no sintiera la segunda muestra más fuerte a causa del acarreamiento. (Sección 9.2.4 del apéndice).

## 4.5 Efecto de contexto entre superprobadores

Tanto la determinación del umbral como la clasificación de los probadores, se realizaron por duplicado para cada persona para obtener un mejor estimado de la intensidad percibida para cada estímulo (Green *et al.*, 1993).

Para 17 super probadores se determinó el estatus de probador del PROP completo y la intensidad percibida de las tres soluciones de sulfato de aluminio siguiendo el siguiente protocolo: el primer día se realizó una medición del umbral, una medición de las intensidades percibidas de las dos disoluciones de NaCl y de PROP y una medición de las tres soluciones de sulfato de aluminio utilizando la escala LMS y el segundo día se hicieron las repeticiones.

Se buscaron 20 individuos adicionales que fueran SP y se les cambió el protocolo de pruebas como se indica a continuación. El primer día se realizó una medición del umbral y las dos repeticiones de la prueba de astringencia con sulfato de aluminio. El segundo día se hizo la repetición del umbral, las dos mediciones de la prueba con dos disoluciones de sal a altas concentraciones y al final de la sesión, las dos mediciones de las dos soluciones de PROP a altas concentraciones.

## 4.6. Pruebas psicofísicas para medir sensibilidad y percepción

### 4.6.1. Determinación del umbral del PROP

La determinación del umbral se realizó con el método "*up-and-down*" modificado de escogencia forzada (siglas en inglés: TUDM) (McBurney & Collings, 1977). Este

método consiste en dar a los panelistas dos estímulos (agua y una concentración determinada de la sustancia de interés), dejarlos por cinco segundos en la boca, expectorar y pedirles que escojan el que es más amargo.

Se empezó con la séptima solución de PROP porque es la concentración a la que usualmente se encuentra el umbral del mismo. Si la persona escoge incorrectamente, se sube la concentración en el siguiente intento y si escoge correctamente, se repite la misma concentración. Si se obtiene nuevamente una respuesta correcta, entonces la concentración se baja en el siguiente par. Se sigue repitiendo el mismo patrón hasta obtener siete cambios de dirección.

El primer cambio se descarta para evitar el efecto que causa la concentración inicial y el umbral se determina calculando la media aritmética de las concentraciones de los 6 cambios de dirección restantes.

Entre cada par de muestras (agua y PROP), el panelista se enjuagó tres veces con agua bidestilada, sin tiempo de espera.

#### 4.6.2. Intensidad percibida a concentración de supraumbral de PROP y NaCl

Para realizar esta prueba se utilizaron 2 concentraciones de cada solución: 0.001M y 0.0032M de PROP y 0.32M y 1M de NaCl (Bartoshuk *et al.*, 1994). Las soluciones de sal se evaluaron de forma aleatoria (Prutkin *et al.*, 2000), mientras que las de PROP se presentaron siempre en orden ascendente de intensidad.

La intensidad percibida por el panelista de cada disolución, se evaluó por separado utilizando la escala Green (Green *et al.*, 1993)

Como paso inicial, se guió al panelista en el uso de la escala. Se debía de seguir los siguientes pasos:

- a) Al percibir la sensación, determinar cuál adjetivo de la escala es el más apropiado para describir la intensidad percibida.
- b) Afinar la clasificación poniendo una marca entre el adjetivo escogido y el siguiente más apropiado. Por ejemplo, puede que se escoja "moderado", pero se sabe que está muy cerca de "fuerte", por lo que se debe poner la marca arriba de "moderado" a la distancia que se crea está de "fuerte". Igualmente en el caso contrario: puede que se sienta "moderado", pero que se sepa está cerca de "débil", por lo que la marca debe ir debajo de "moderado" a la distancia apropiada de "débil".
- c) Se indicó que el adjetivo que se encuentra en el extremo superior, "Lo más fuerte imaginable", se refiere al dolor que se puede sentir cuando se martilla un dedo por equivocación.

Las marcas que los jueces hacían en la escala se extraían midiendo en centímetros la distancia del extremo izquierdo de la escala hasta donde se hizo la marca. Los datos se dan en centímetros.

Entre cada muestra de NaCl, el panelista se enjuagó una vez con agua bidestilada sin tiempo de espera y entre cada muestra de PROP, se enjuagaron dos veces con alcohol etílico al 3%, el cual se mantuvo en la boca por 30 segundos cada vez, luego se realizaron tres enjuagues con agua bidestilada y después de eso, se esperaron 5 minutos entre cada muestra para eliminar el sabor amargo que dejaba el PROP.

## 4.7 Métodos de clasificación

### 4.7.1 Clasificación del estatus de probador de PROP por el método de Bartoshuk *et al.* (1994).

Para clasificar a los individuos dentro de un grupo o estatus de probador del PROP, se tomaron en cuenta dos pruebas. La primera es el umbral del PROP, con el cual se clasificó a los individuos en probadores y no probadores. La segunda prueba, es la intensidad percibida por los probadores de soluciones de PROP y sal a concentraciones altas, utilizando la escala *Green*, para clasificarlos en superprobadores (SP) y probadores medios (PM) (Bartoshuk *et al.*, 1994).

La clasificación de los grupos de sensibilidad al PROP está definida como sigue: los individuos con umbral de PROP (datos sección 4.6.1) mayor a  $2 \times 10^{-4}$  M (solución 10), se consideran no probadores, y los que tienen umbral menor a  $1 \times 10^{-4}$  M (solución 9) se consideran probadores (Bartoshuk *et al.*, 1994).

Para separar al grupo de probadores en probadores medios y superprobadores, se calculó la razón o proporción de PROP contra NaCl, datos sección 4.6.2, el cual cuantifica el amargor del PROP y el salado del NaCl valorados con la escala *Green* (sección 9.2.5 del apéndice).

De forma arbitraria se ha establecido que los superprobadores producen proporciones de la intensidad percibida de amargor del PROP mayores a 1.2 y los probadores medios las producen menores a 1.2 (Bartoshuk *et al.*, 1994).

De acuerdo a las intensidades obtenidas, se calculó el radio de PROP para cada persona con la siguiente fórmula:

$$\text{PROP radio} = [ (0,001 P / 0,32 N) + (0,0032 P / N) ] / 2$$

Donde,

P= intensidad (medida en milímetros) percibida por el individuo del PROP a la concentración indicada

N= intensidad (medida en milímetros) percibida por el individuo del NaCl a la concentración indicada

#### **4.7.2. Método de clasificación utilizando el histograma de la sumatoria de dos soluciones de PROP**

Los individuos se pueden clasificar utilizando el histograma del acumulado de la intensidad de dos concentraciones de PROP. Se toma las intensidades percibidas medidas en centímetros, utilizando los mismos datos que en la sección 4.6.2, de las dos concentraciones usadas (0.001M y 0.0032M) y de las dos repeticiones para cada individuo que participó, luego se hace un histograma para ver la distribución de frecuencias de este grupo y se determina si la distribución es Gaussiana, bimodal, o trimodal. Lawless (1980) descubrió que era un método menos propenso a los efectos de tope, por lo que fue su principal forma de establecer el estatus de probador de PROP.

#### **4.7.3 Método de clasificación utilizando análisis de clusters**

Se realizó un análisis de Cluster, utilizando el método Ward para distancias euclidianas con el fin de detectar tendencias de sensibilidad grupal.

Utilizando los mismos datos que en la sección 4.6.2, se corre el análisis de datos con el programa estadístico SAS. De esta manera, se trató de determinar las características que tienen en común los individuos de cada grupo. Estas características pueden deberse a la edad, a otras características genéticas



desconocidas y a mecanismos de transducción. Los resultados la mayoría de las veces no se pueden explicar, sino más bien, dan indicios de posibles características escondidas que podrían fomentar otras investigaciones.

#### **4. 8 Método para medir la intensidad de la astringencia del sulfato de aluminio**

Las tres concentraciones, de sulfato de aluminio se presentaron balanceadas y al azar, para evitar efecto del orden y acarreamiento. Suponiendo que las soluciones van de menor a mayor concentración, ABC, se hicieron solamente tres presentaciones diferentes: ABC, BCA y BAC debido a que si se prueba C de primero, se corre el riesgo de que el panelista sufra los efectos de contexto o acarreamiento. Las determinaciones se hicieron por duplicado y se esperaron 15 minutos entre cada repetición para que las papilas gustativas volvieran a su normalidad. El panelista midió la intensidad percibida utilizando la escala Green, de la misma forma que lo hizo para el punto 4.6.2. Entre cada muestra de sulfato de aluminio los jueces se enjuagaron 3 veces con una solución gelatina sin sabor al 6% y luego una vez con agua potable para eliminar la gelatina, y finalmente se dio un tiempo de espera, para restaurar la saliva en la cavidad oral de 60 segundos

#### **4.9 Análisis de datos**

Se realizaron los siguientes análisis estadísticos:

- ☉ Un análisis de varianza para comparar los SP con protocolo inicial contra los SP con segundo protocolo (sección 4.5).

- ④ Un análisis de varianza de las repeticiones de la astringencia percibida por cada grupo de sensibilidad al PROP (estatus) y las concentraciones del sulfato de aluminio.
- ④ Un análisis de varianza para determinar las diferencias entre cada grupo del estatus PROP. Se clasifica a los 60 individuos en cada uno de los tres estatus o grupos de probador del PROP, luego se compara si hay o no diferencias significativas entre estos tres grupos.
- ④ Un análisis de varianza para comparar el comportamiento de la astringencia entre cada género. Se clasifican los individuos en femenino y masculino y se analiza si hay diferencias significativas entre los dos géneros, sin tomar en cuenta su estatus PROP. Luego, si hay diferencias, el análisis se separa en un análisis para mujeres y en otro para hombres y se hace la comparación entre el estatus de probador del PROP, con el fin de determinar si hay efecto del estatus PROP sobre la intensidad astringente percibida en cada uno de los géneros.

## V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 5.1 Efectos de contexto en super probadores

Se comparó a los panelistas super probadores que tuvieron efecto de contexto (SPc) (11 mujeres y 6 hombres) con los que no lo tuvieron (SP) (15 hombres y 10 mujeres) y se obtuvo que hay diferencias significativas en la percepción de la astringencia en promedio de sexos y concentraciones [  $F_{(1, 124)} = 12.63, p < 0.001$ ]. También hubo diferencias significativas en la percepción de la astringencia entre SPc y SP a cada una de las tres concentraciones de sulfato de aluminio estudiadas: 0.04% [  $F_{(1, 40)} = 9.34, p < 0.01$ ], 0.2% [  $F_{(1, 40)} = 5.73, p < 0.05$ ] y 0.4% [  $F_{(1, 40)} = 7.93, p < 0.01$ ] (Figura 1).

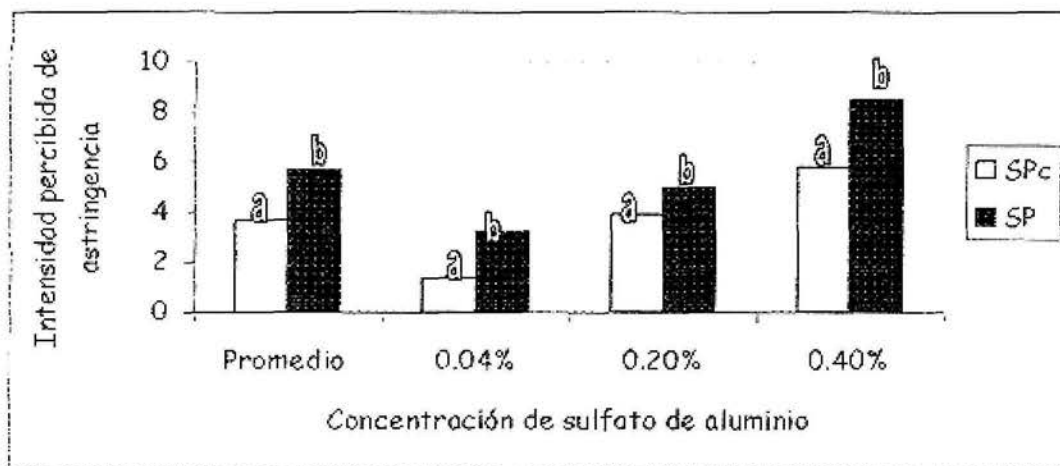
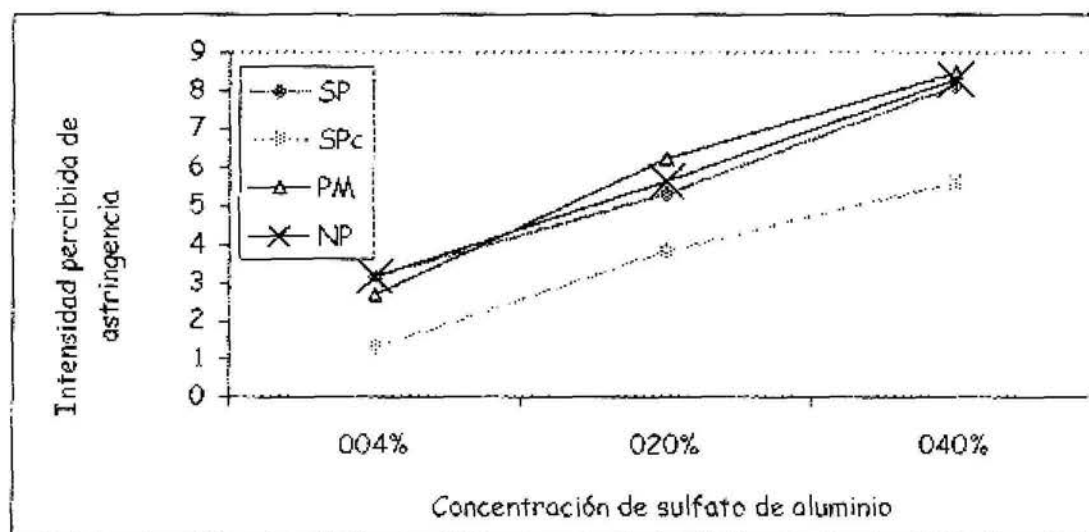


Figura 1. Intensidad de astringencia percibida en promedio y a cada concentración utilizada para comparar entre SP (n=25) y SPc (n=17)

Hay diferencias entre los superprobadores que probaron PROP antes del Sulfato de aluminio (SPc) y los superprobadores que probaron las disoluciones de Sulfato de aluminio antes que PROP (SP). Este efecto se denomina efecto de contexto y no se dio para los PM ni para los NP ya que la intensidad percibida de un estímulo puede ser influenciada por el estímulo que le precede (Rankin & Marks, 1991).

En la siguiente figura se muestran las diferencias significativas en la intensidad percibida de la astringencia entre los NP, PM y SP y los superprobadores con efecto de contexto (SPc) para el promedio de ambos sexos.



**Figura 2.** Intensidad de astringencia percibida a 0,04%, 0,2% y 0,4% para comparar entre SP (n=25), PM (n=20) y NP (n = 20) y SPc (n=17) (n<sub>T</sub>=82)

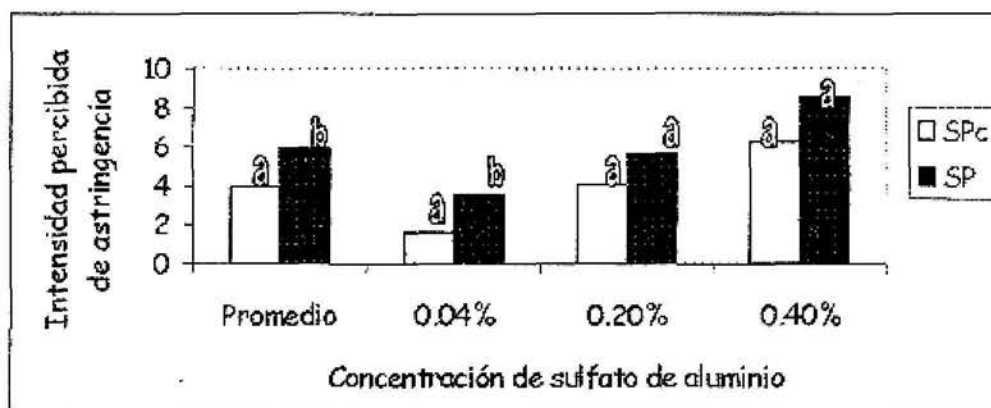
Es importante notar que los SPc percibieron la astringencia menos intensamente que cualquiera de los otros tres grupos del estatus de probador de PROP que no tienen efecto de contexto.

Según Bartoshuk (2000), si los panelistas prueban PROP concentrado, los superprobadores son los que sentirán el mayor amargor; subsecuentemente el

siguiente estímulo que prueben, puede que lo perciban demasiado fuerte. Lo que probablemente ocurre en este caso, es que al usarse la escala Green con el adjetivo "lo más fuerte imaginable" y haber instruido a los individuos a usar la sensación de dolor cuando se majan con una puerta por error, los SP que probaron PROP antes que el sulfato de aluminio, asociaron esa sensación cerca de ese adjetivo y lo usaron como punto de referencia, de manera que cualquier otra sensación experimentada que no fuera tan fuerte, le asignaban valores bajos. Mientras que en el caso en que no se probó PROP antes del sulfato de aluminio, no se usó la sensación de PROP para asociarla al adjetivo "lo más fuerte imaginable" y así se usaron valores más altos para cualquier sensación percibida.

Estas diferencias en la percepción de la sustancia de interés pueden evitarse probando el PROP después de otros estímulos o en días separados (Bartoshuk, 2000), como se hizo con el grupo designado como SP. Desgraciadamente, el tiempo requerido para que el efecto de contexto se disipe es desconocido (Prutkin et al., 2000).

Comparando a las mujeres en promedio de concentraciones (figura 3), se obtuvo que se presentan diferencias significativas entre las SPc y las SP [  $F(1, 61) = 6.43$   $p < 0.05$ ]. Únicamente con la solución al 0.04% de sulfato de aluminio se presentaron diferencias significativas entre las mujeres SPc y SP [  $F(1, 19) = 5.75$ ,  $p < 0.05$ ], mientras que no hubo diferencias significativas entre ellas a las dos concentraciones más altas de sulfato de aluminio.



**Figura 3.** Intensidad de astringencia percibida en promedio y a cada concentración utilizada para comparación entre mujeres SPc (n= 11) y SP (n=10)

Al comparar entre los hombres SP y SPc la percepción de astringencia en promedio y para cada una de las concentraciones (figura 4), se obtuvo que hay diferencias significativas en la percepción de astringencia en promedio de concentraciones [  $F_{(1, 61)} = 7.05$ ,  $p < 0.05$  ] y al 0,04% de astringencia [  $F_{(1, 19)} = 4.91$   $p < 0.05$ ] y no hay diferencias entre los dos grupos al 0.4% y al 0.2% de sulfato de aluminio.

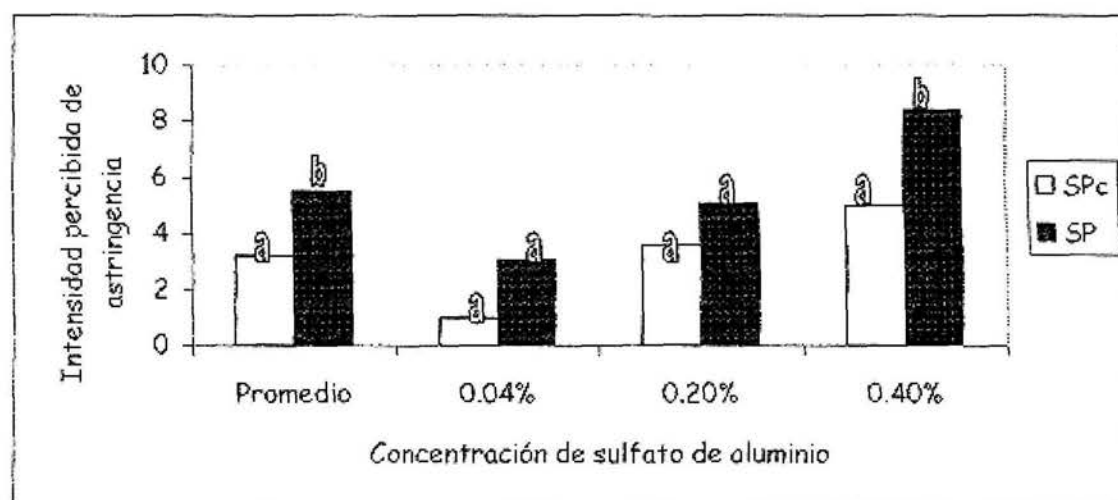


Figura 4. Intensidad de astringencia percibida en promedio y a cada concentración utilizada para comparar entre hombres SPc (n=6) y SP (n=15)

Se debe tener en cuenta el tamaño de muestra al comparar al grupo de hombres y mujeres. Se evaluaron 11 mujeres SP con efecto de contexto y 10 sin efecto de contexto, mientras que se compararon 6 hombres SP con efecto de contexto y 15 sin el mismo. Esto puede afectar los promedios al ser tan dispares las muestras comparadas.

Comparando el umbral detectado por el promedio de panelistas SPc y SP, no se obtuvieron diferencias significativas entre ellos, así como tampoco se dieron diferencias significativas entre las mujeres SPc y SP. Entre los hombres SPc y SP hubo diferencia significativa en la percepción del umbral [ $F_{(1,61)} = 14.67, p < 0.001$ ].

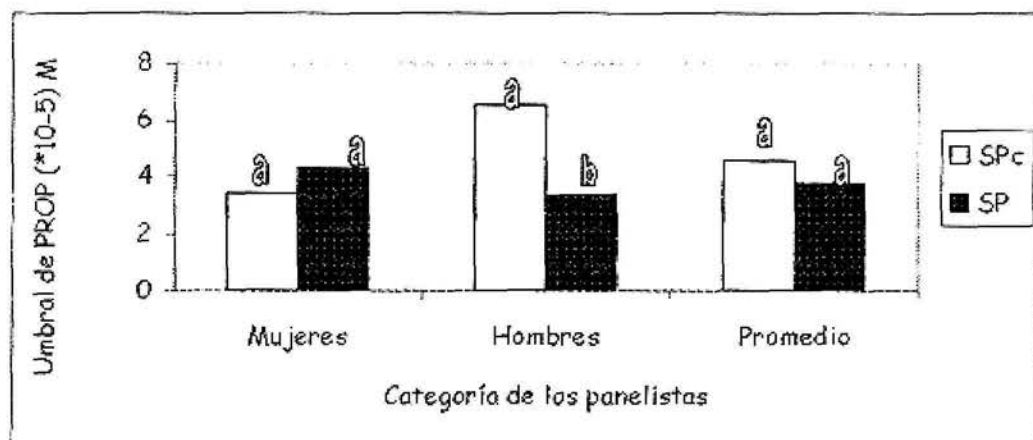


Figura 5. Intensidad del umbral de PROP para comparar entre SPc y SP (n=42)

Se usaron grupos de hombres con diferente sensibilidad, por lo que tal vez no hubo sólo efecto de contexto sino la sensibilidad propia de las personas utilizadas.



5.2 Estatus de probador del PROP utilizando el método de clasificación de la proporción entre PROP y NaCl (Bartoshuk *et al.*, 1994).

5.2.1 Efecto del grupo del estatus de probador del PROP sobre la percepción del NaCl, PROP y el sulfato de aluminio

Utilizando únicamente los individuos que no sufrieron efecto de contexto, se encontraron diferencias significativas en los umbrales entre los NP y los PM y entre NP y SP, pero no entre PM y SP [  $F(2,57) = 51.66, p < 0.001$  ] (figura 8). Lo cual era de esperarse ya que en este método de clasificación se usa el umbral para separar no probadores de probadores por medio del umbral.

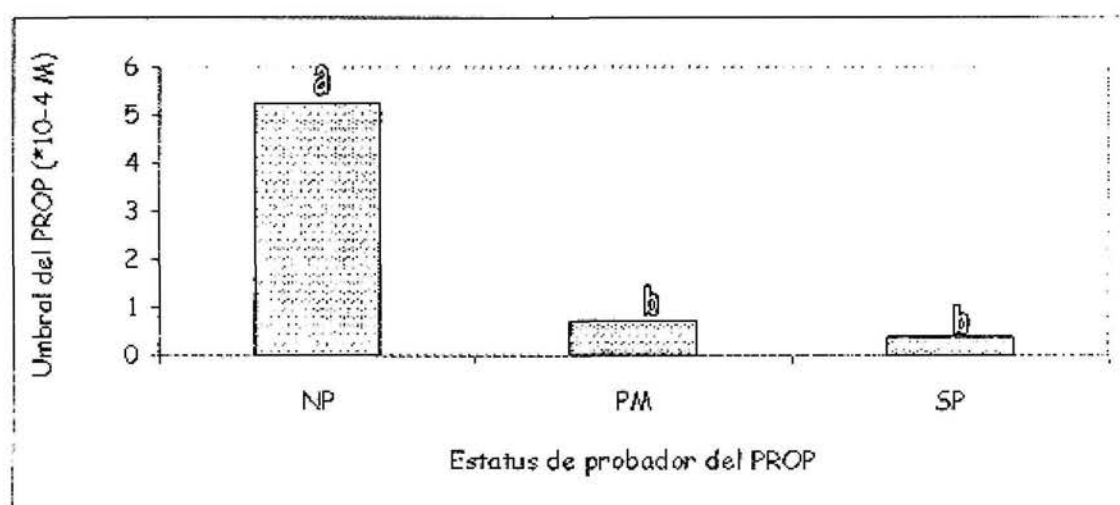


Figura 6. Umbral de PROP detectada para comparar entre los grupos del estatus PROP (n=60)

Hubo diferencias significativas entre los grupos del estatus de probador del PROP en la percepción del NaCl [  $F_{(2, 57)} = 3.00, p < 0.06$  ] y del PROP [  $F_{(2, 57)} = 30.31, p < 0.001$  ], mientras que no hubo diferencias entre los grupos de PROP en la percepción de la astringencia (Figura 7).

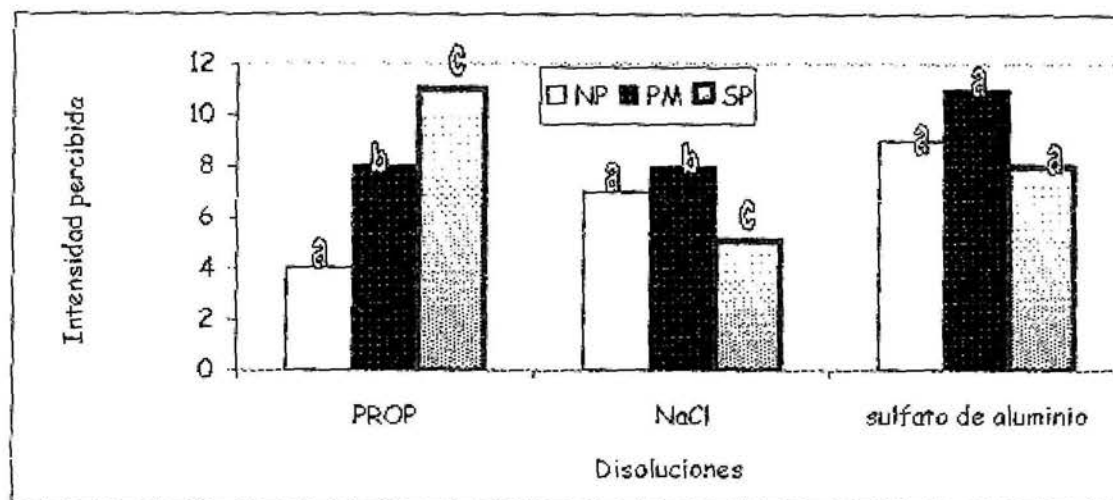


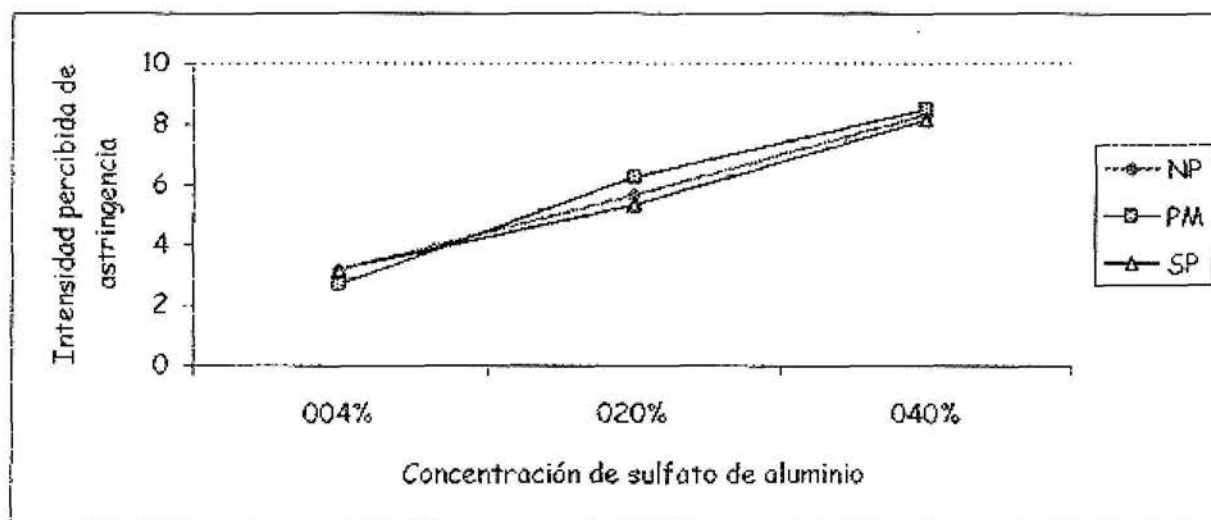
Figura 7. Intensidades promedio de NaCl, PROP y sulfato de aluminio detectadas por los panelistas para comparar entre los grupos del estatus PROP (n=60)

Bartoshuk *et al.* (1998) reportaron que al presentarse PROP al final, para prevenir el efecto de contexto, mientras se evalúan tonos, NaCl y PROP, mostró que el NaCl fue más intenso para los superprobadores. Por lo que no hubo concordancia en los resultados de este estudio y los reportados en la literatura en cuanto a la percepción de NaCl. Esto puede deberse a que en los estudios realizados mencionados se usó tonos musicales como estándar para luego normalizar los valores reportados con respecto de los tonos, lo cual no se hizo en el presente trabajo.

En cuanto a la percepción del PROP, se encontró lo reportado en otros estudios (Bartoshuk *et al.*, 1998 & Tepper *et al.*, 2001), donde los SP percibían más intensamente las soluciones de PROP, seguidos por los PM y por último los NP, quienes reportaban los valores más bajos de intensidad.

Hay únicamente otro estudio donde se relaciona la astringencia de las cáscaras de banano verde y la sensibilidad de PROP (Monneuse *et al.*, 2000), el cual reportó en forma similar a este trabajo que no hubo relación entre la percepción de la astringencia y el estatus de probador del PROP. Monneuse *et al.* (2000) no utilizaron un compuesto astringente al que le pudieran controlar la concentración como fue el presente caso. A pesar de utilizar diferentes concentraciones de la sustancia astringente, en el presente trabajo de investigación, no se encontró efecto del grupo del estatus de probador del PROP en la intensidad de astringencia percibida para cada una de las tres concentraciones de sulfato de aluminio.

Por otro lado, cada grupo del estatus de probador del PROP detectó diferencias significativas de intensidad entre cada concentración de sulfato de aluminio: NP [  $F_{(2, 57)} = 16.64$ ,  $P < 0.001$ ], PM [  $F_{(2, 57)} = 23.26$ ,  $P < 0.001$ ], y SP [  $F_{(2, 57)} = 20.28$ ,  $P < 0.001$ ]. Para los 3 grupos de PROP se encontró que la concentración más baja se percibió menos intensamente, seguida por la concentración media y la más alta se sintió más fuerte (Figura 8).



**Figura 8.** Intensidad percibida de astringencia a 0.04%, 0.2% y 0.4% de sulfato de aluminio por todos los panelistas para comparar entre los grupos del estatus del PROP (n=60)

La falta de relación entre el estatus del PROP y la percepción de la astringencia puede deberse a que la determinación del estatus del PROP es una prueba psicofísica y todas las pruebas psicofísicas proporcionan una medida imperfecta del fenotipo real de una persona (Tepper *et al.*, 2001). Hasta que los genes ocultos no sean caracterizados, la clasificación real de los individuos en el estatus de PROP seguirá incierta (Tepper *et al.*, 2001).

Al ser el sulfato de aluminio un compuesto que estimula al nervio trigémino, se esperaba que hubiera diferencias en la forma de reaccionar de las personas hacia él, puesto que algunos estudios reportaron diferencias con otros compuestos que estimulaban este mismo nervio. Por ejemplo, Naswari & Pangborn (1990) estudiaron respuestas sobre una serie de estímulos de capsaicina y vieron que algunos individuos, a los cuales llamaron "potenciadores", tuvieron una velocidad menor para el decaimiento del ardor en la boca que aquellos que llamaron "depresores", lo cual

sugiere la importancia del transcurso del tiempo en la respuesta a un estímulo. Por esa razón, sería muy provechoso realizar estudios de intensidad de tiempo (TI), ya que la información que proporcionan es útil para completar y cuantificar la caracterización de la sensación percibida, dando una visión más completa del comportamiento de la población en estudio (Leach & Noble, 1986).

Con otros compuestos que estimulan al nervio trigeminal como la capsaicina, se encontró que el no haber diferencias significativas entre los tres grupos de PROP parece estar relacionado con la alta variabilidad inter-individual en las respuestas con este irritante (Prescott & Swain-Campbell, 2000).

Prescott & Swain-Campbell (2000) encontraron que un mismo grupo de individuos mostraba un patrón de respuesta para la capsaicina y otro diferente para el etanol y el cinamaldehído, lo cual sugiere que mucha de la variedad observada probablemente se deba al mismo irritante.

El hecho que el PROP no se relacione con otras sustancias se ha visto en estudios anteriores. No se ha encontrado evidencia de que el estatus del PROP sea un factor importante al explicar la variación individual que se ha encontrado en muchas muestras de irritantes como el mentol (Cliff & Green, 1996) y la zinguerona (Prescott & Stevenson, 1996). De igual forma, Drewnowski et al. (1997a) no encontraron relación entre el estatus del PROP y la intensidad detectada de neohesperidina dihidrochlacona (NHDC) (Drewnowski et al., 1997a).

La cafeína, la quinina, el HCl y la urea no correlacionaron con el estatus del PROP (Leach & Noble, 1986; Mela, 1989; Schifferstein & Frijters, 1991; Smaghe & Louis-Sylvestre, 1998). Sin embargo, en el caso de la quinina sí se encontraron correlaciones en otros estudios (Gent & Bartoshuk, 1983; Leach & Noble, 1986). En algunos estudios, la sacarosa y el NHDC correlacionaron con el PROP (Bartoshuk, 1979; Gent & Bartoshuk, 1983), mientras que en otros no han encontrado relación

entre la percepción de la sacarosa con la percepción del PROP (Drewnowski et al., 1997a, Drewnowski et al., 1997b; Ly & Drewnowski, 2001).

En el presente estudio los SP el NaCl y el sulfato de aluminio (aunque el efecto no es significativo) son percibidos menos intensamente que para los PM y los NP y aunque no se presente el efecto del estatus de probador de PROP, no debería haber una tendencia clara de percepción menor por parte de los SP.

Es probable que el método de clasificación en cada estatus de probador del PROP no sea el más adecuado, al usar la proporción del PROP y el NaCl, a pesar de que Bartoshuk (2000) indica que sigue siendo un buen medio para diferenciar entre PM y SP, porque esta proporción ordena a los individuos con respecto a la habilidad de percibir PROP únicamente y la magnitud de las diferencias no se involucre.

Por otro lado, Tepper et al. (2001) señalan que una preocupación en el método para separar a los superprobadores es la falta de criterio aceptado para separar a los SP de los PM. En el presente estudio se usó un criterio diferente al reportado por Bartoshuk et al. (1994) y por Drewnowski et al. (1997a), el cual fue de 1.2. Este valor utilizado se obtuvo al observar la distribución de frecuencias de las proporciones producidas por los PM y SP y se encontró que había una separación en esa distribución en el valor de 1.37.

El valor que Bartoshuk et al. (1994) y que Drewnowski et al. (1997a) reportan, lo obtienen con base en las distribuciones de frecuencia de una población mayoritariamente anglosajona, donde 21% de los individuos son NP (Prutkin et al., 1999), mientras que en otras razas sólo el 10% de las personas son NP. Así, esos puntos de corte no son comparables entre razas, y puesto que en este caso no se trabajó con una escogencia aleatoria de los individuos sino que se quiso tener un diseño experimental completo con el mismo número de individuos en cada grupo, no hay forma de escoger ese punto de corte correctamente a partir de la distribución de frecuencias como se hizo en el presente estudio.

forma de escoger ese punto de corte correctamente a partir de la distribución de frecuencias como se hizo en el presente estudio.

Bartoshuk (2000) concluye que los puntos de corte entre los grupos serán arbitrarios hasta tanto diferentes estudios genéticos no determinen con certeza cuáles individuos poseen dos copias de los alelos dominantes.

### 5.2.2 Comparación de las intensidades promedio detectadas de PROP, sulfato de aluminio y NaCl entre géneros.

No se dieron diferencias significativas entre géneros en la percepción de PROP, NaCl o sulfato de aluminio (promedio para todas las concentraciones) (Figura 9) ni en el umbral de PROP (Figura 10).

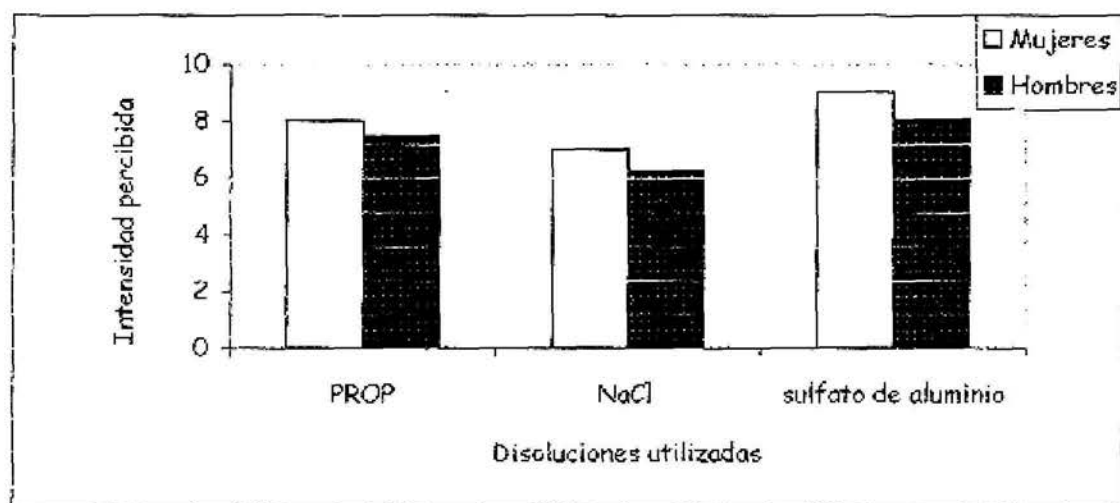


Figura 9. Comparación entre las intensidades promedio de PROP, NaCl y sulfato de aluminio detectadas por parte de cada género (n=60).

Las diferencias entre géneros varían entre razas. En un estudio realizado con personas del Cairo, se encontró que la diferencia en el porcentaje de probadores y no probadores de PTC entre géneros era muy pequeña, mientras que esta diferencia para personas de Gales, Gran Bretaña, era muy grande (Boyd & Boyd, 1937). El Cairo podría ser un caso semejante a Costa Rica. Estas diferencias también varían según el tamaño de muestra que se tenga. Esto lo respaldan Blakeslee & Salmon (1931), los cuales realizaron dos estudios diferentes en los que estudiaron la habilidad de percibir el PTC para comparar diferencias entre géneros, y concluyeron que aunque las mujeres



sean de alguna forma probadoras más agudas que los hombres, se necesitan muestras más grandes para demostrar si estas diferencias son significativas (Blakeslee & Salmon, 1931).

Lucchina *et al.* (1998) encontraron una mayor frecuencia de mujeres SP que de hombres. Esta diferencia aparentemente puede deberse a una variación hormonal asociada con la menstruación. Además, el hecho de reportar varianzas de las intensidades mayores que en hombres se explica por un cambio hormonal con menstros.<sup>1</sup>

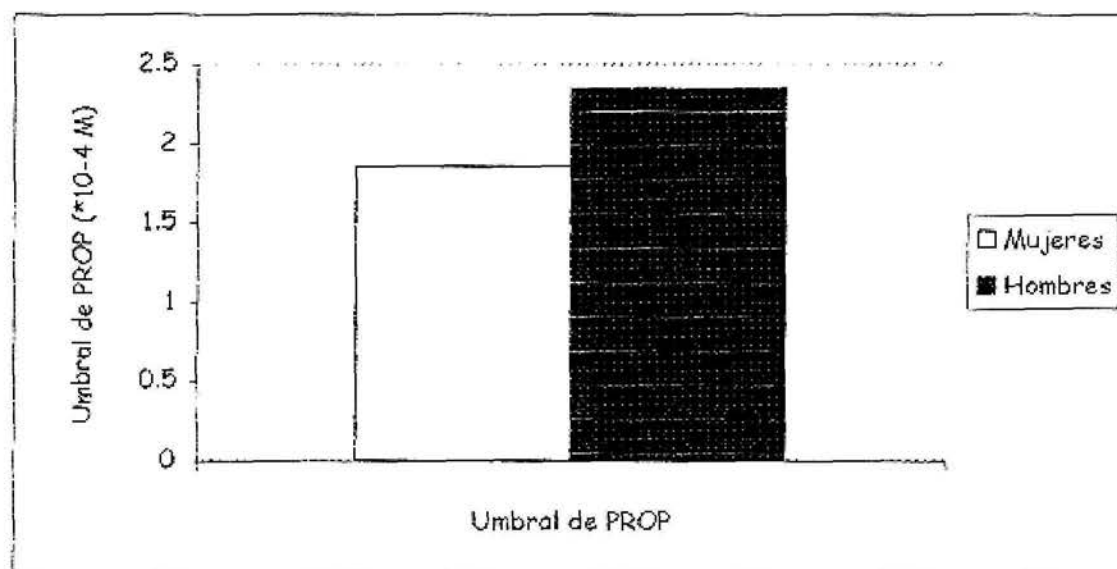


Figura 10. Comparación entre los umbrales de PROP para cada género (n=60).

Hartmann (1939) encontró diferencias en el umbral de PTC entre géneros ( $p < 0.01$ ) y reportó que las distribuciones de PTC eran diferentes entre mujeres y hombres. También Halmus (1958) reportó que las mujeres eran más sensibles que los hombres.

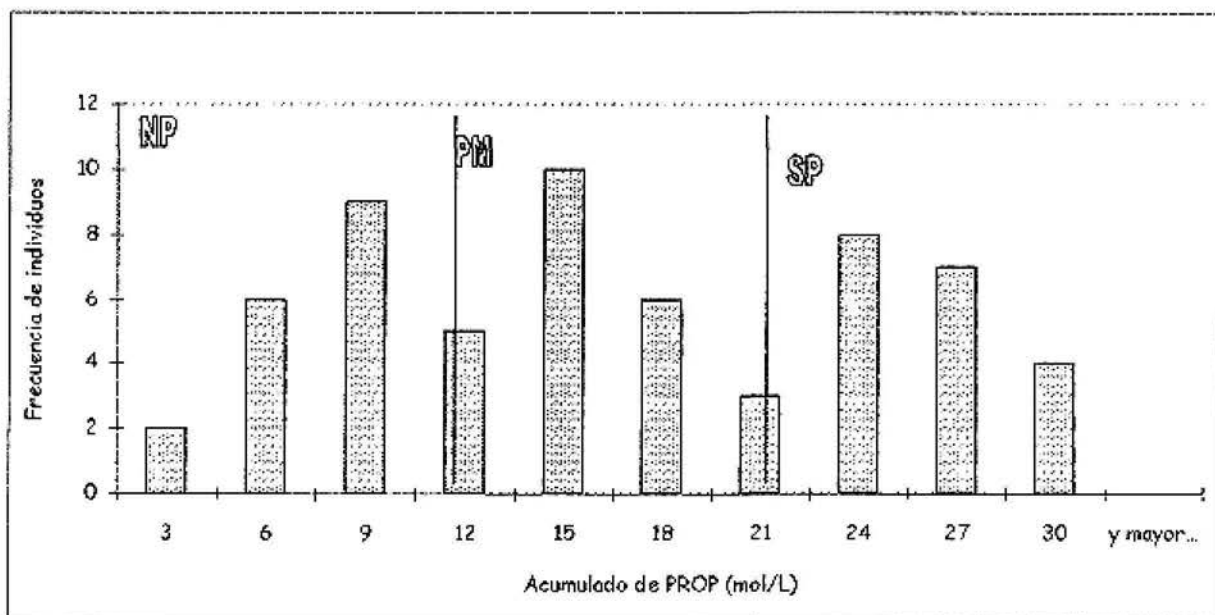
<sup>1</sup> En inglés, "menses". Término médico.

## 5.3 Estatus de probador de PROP utilizando el método de intensidades acumuladas

### 5.3.1 Clasificación de individuos por intensidad percibida de PROP

El estatus de probador del PROP determinado utilizando el método de las intensidades acumuladas fue compuesto por 23 NP, 19 PM y 18 SP. Muchas personas se mantuvieron en el grupo de estatus de probador del PROP que se obtuvo con el método de proporción PROP a NaCl de Bartoshuk *et al.* (1994) anteriormente descrito.

El acumulado de la intensidad detectada de amargor fue utilizado por Ly & Drewnowski (2001) para relacionar la percepción del PROP con otras sustancias, la cual mostró una distribución bimodal. En el presente caso la distribución fue trimodal, como se observa en la Figura 11, y se logró clasificar a los panelistas en tres grupos de probadores de PROP bastante diferenciados.



**Figura 11.** Histograma del acumulado de la intensidad de dos disoluciones de PROP (n=60)

Se encontraron diferencias significativas entre los grupos de probadores de PROP en el promedio de intensidades del PROP [ $F_{(2, 56)} = 228.14, p < 0.001$ ] (Figura 12). Como era de esperarse, los SP presentaron los valores mayores de promedio de las intensidades de PROP, luego los PM, y los NP las menores. Sin embargo, no se logra diferenciar la percepción de NaCl y de sulfato de aluminio entre los estatus de probador de PROP.

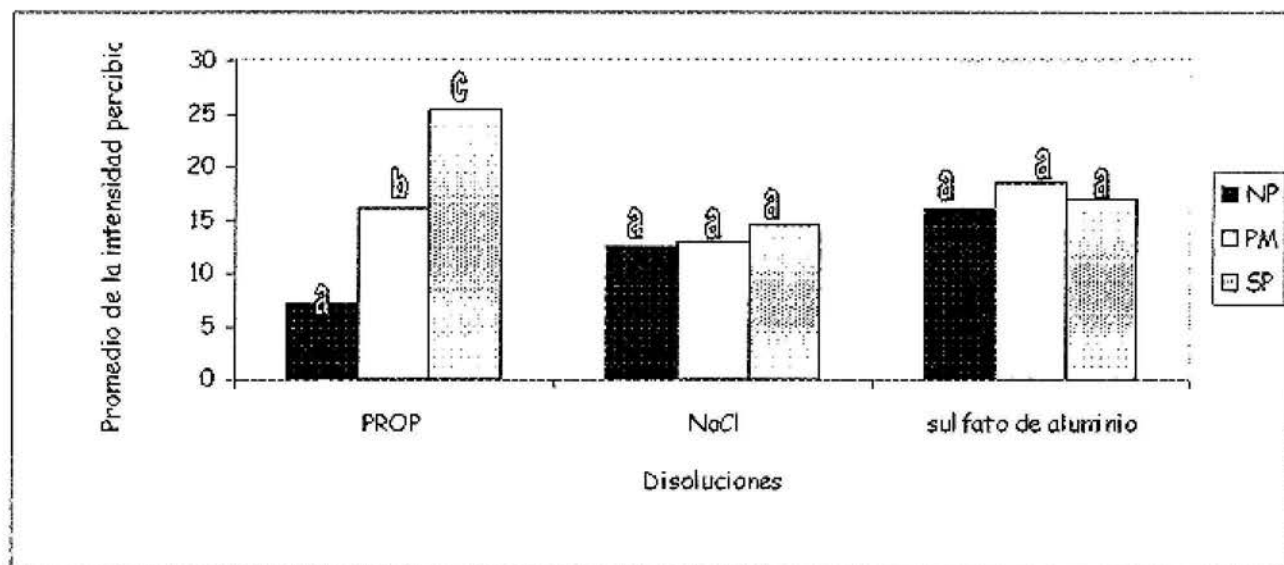


Figura 12. Promedio del acumulado de las intensidades de PROP, NaCl y sulfato de aluminio para comparar entre los estatus del PROP (n=60)

Para cada una de las concentraciones de sulfato de aluminio utilizada no se encontraron diferencias significativas entre estos estatus de probador del PROP, de manera que la concentración del compuesto astringente no produce diferencias en la percepción de la astringencia por parte de los individuos en cada estatus de probador del PROP.

De manera que el utilizar un método diferente de clasificación con respecto a la percepción del PROP, no produjo resultados diferentes a los encontrados con la clasificación hecha según el método de Bartoshuk *et al.* (1994).

## 5.4 Correlaciones de Pearson y Spearman entre PROP y NaCl y sulfato de aluminio

Puesto que la separación entre los grupos de probadores de PROP es arbitraria y depende de la raza evaluada, Bartoshuk (2000) recomienda que para relacionar la percepción de PROP con otros compuestos, se utilice el análisis de correlación que dará asociaciones más confiables entre los compuestos.

Las correlaciones de Pearson (paramétrica) darán a conocer si se encuentra una relación en la forma en que fueron percibidas las disoluciones utilizadas por los individuos. No se encontró correlación entre la intensidad percibida de PROP (en promedio de las dos concentraciones) y la intensidad de la astringencia (en promedio). A continuación se muestran los valores de correlación con su respectiva probabilidad.

**Cuadro 1.** Correlación de Pearson entre PROP y NaCl y sulfato de aluminio (s.a)

	Umbral	NaCl 0.32M	NaCl 1M	NaCl promedio	PROP $1 \times 10^{-3}M$	PROP $3.2 \times 10^{-3}M$	PROP promedio
s.a 0.04%	0.030 0.800	0.165 0.209	0.119 0.367	0.150 0.250	0.171 0.192	0.170 0.195	0.179 0.170
s.a 0.2%	-0.015 0.910	0.250 0.054	0.309 0.016	0.302 0.02	0.080 0.530	0.244 0.061	0.176 0.179
s.a 0.4%	-0.047 0.722	0.278 0.032	0.381 0.003	0.357 0.005	0.190 0.146	0.379 0.003	0.305 0.018
Umbral	-	0.080 0.542	0.087 0.507	0.010 0.940	-0.802 0.0001	-0.600 0.0001	-0.609 -0.0001
NaCl 0.32M	-	-	-	-	0.161 0.218	0.185 0.158	0.235 0.070
NaCl 1M	-	-	-	-	0.068 0.606	0.292 0.023	0.257 0.047

El umbral de PROP no se correlaciona con la intensidad astringente del sulfato de aluminio a ninguna concentración. Lo cual es de esperarse, puesto que los umbrales no predicen las experiencias a nivel de supraumbral y sobre todo si se trata de umbrales y concentraciones de supraumbral de compuestos diferentes, no relacionados (uno amargo y otro astringente) (Bartoshuk, 2000). Lo mismo ocurre para el NaCl, donde no hay correlación a ninguna concentración.

Al contrario, se encontró correlación entre el umbral de PROP y la intensidad percibida de las dos concentraciones de supraumbral usadas y el promedio de ambas concentraciones. Esta correlación no es reportada en otros estudios. El NaCl (para las dos concentraciones y en promedio) se correlaciona con las dos concentraciones de sulfato de aluminio más altas (0.2% y 0.4%) y no hay correlación con sulfato de aluminio al 0.04%. Es posible que esta correlación se dé a concentraciones cuya astringencia sea fácilmente detectada, como ocurrió en un estudio donde se dio correlación únicamente entre concentraciones altas de acetosulfame y sacarina (Horne *et al.*, 2002), ya que el amargor fue más obvio.

La astringencia correlaciona con el amargor percibido del PROP en promedio de concentraciones únicamente a la concentración alta de sulfato de aluminio (0.4%), mientras que no hay correlación entre la astringencia del sulfato de aluminio a cualquier concentración y la intensidad del PROP a concentración baja ( $1 \cdot 10^{-3} M$ ) y hay correlación a las dos concentraciones altas (0.2% y 0.4%) de sulfato de aluminio y el amargor de la concentración más alta de PROP ( $3.2 \cdot 10^{-3} M$ ).

Es interesante notar que entre más obvia y reconocida es la sensación (a concentraciones fuertes), se presentan correlaciones entre los compuestos, como lo citaron Horne *et al.* (2002).

Con estas correlaciones entre la astringencia del sulfato de aluminio y el amargor del PROP a concentración alta, se demuestra que las clasificaciones hechas usando puntos de corte establecidos arbitrariamente y utilizando poblaciones con

rasgos genéticos diferentes a la latina, fallaron en encontrar la relación entre la astringencia y el amargor percibido del PROP. Además, se puede deducir que por la doble inervación de las papilas fungiformes, las cuales transmiten el amargor y la sensación táctil de la astringencia, se puede diferenciar a quienes tienen mayor número de papilas fungiformes de quienes tienen menor número de ellas en cuanto a sensibilidad a ambas sensaciones, y por esa razón se encuentra una correlación positiva entre ambas.

## 5.5 Agrupación de los panelistas por medio de análisis de clusters

Puesto que la clasificación por medio de valores arbitrarios de la intensidad percibida del PROP no produjo diferencias en la percepción de la astringencia para los grupos de probadores formados, se quiso buscar otra forma de clasificación que fuera propia de este grupo de individuos.

La siguiente agrupación que se realizó con los panelistas con base en la afinidad en la detección del NaCl. Se encontraron dos clusters de acuerdo a la intensidad de las disoluciones de NaCl. El cluster 1 está compuesto de 44 personas y el cluster 2 de 16 personas. Se encontró que la intensidad detectada en promedio de las dos concentraciones para PROP era significativamente diferente. [  $F_{(1, 54)} = 15.13$ ,  $p < 0.001$ ] entre los dos clusters, así como la intensidad detectada en promedio de las dos concentraciones de NaCl [  $F_{(1, 54)} = 79.30$ ,  $p < 0.001$ ] y la intensidad detectada en promedio de las tres concentraciones de sulfato de aluminio [  $F_{(1, 54)} = 3.96$ ,  $p < 0.06$ ] (Figura 16). Las personas del cluster 1 detectan cada disolución utilizada de forma menos intensa que las personas del cluster 2, lo cual implica que más de la mitad de los panelistas es menos sensible a estos compuestos que el resto de los individuos evaluados. La formación de clusters de acuerdo a la percepción del NaCl encontró relación entre el PROP y el sulfato de aluminio, lo cual hace sospechar que el método de clasificación en grupos de estatus de PROP está afectando el análisis para encontrar una relación entre la percepción del PROP y la astringencia, y reafirma lo que se encontró por medio del análisis de correlación.



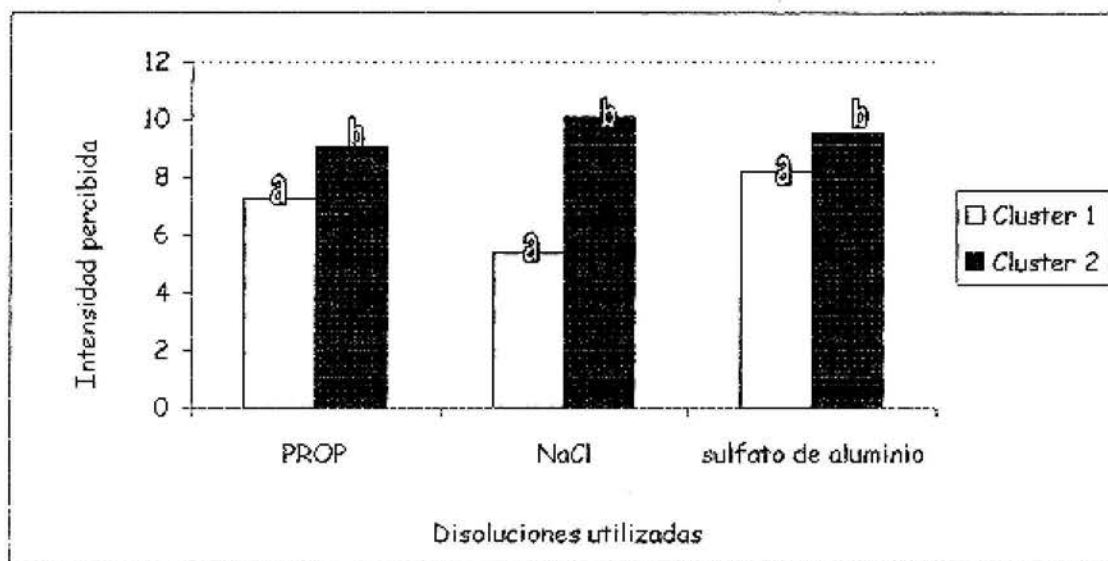


Figura 13. Percepción de las intensidades promedio de PROP, NaCl y astringencia para cada cluster (n=60).

No se encontraron diferencias significativas en los umbrales de PROP entre los dos clusters.

## VI. CONCLUSIONES

- En el presente estudio se comprueba que en estudios psicofísicos no se debe probar el compuesto PROP antes que la sustancia de interés, ya que se va a producir un efecto de contexto en la percepción de esta última dando resultados alterados.
- Se puede comprobar que la clasificación de los individuos en el estatus de probador del PROP depende del método empleado:
  - Según el método de Bartoshuk, se encontraron 20 NP, 20 PM y 20 SP
  - Según el método de Lawless, se encontraron 23 NP, 19 PM y 18 SP
  - Según el método de análisis de clusters, se encontraron 44 NP y 16 P
- Se comprueba que la percepción de la astringencia se correlaciona proporcionalmente con la intensidad percibida del PROP a las concentraciones mayores del compuesto astringente (0,2% y 0,4%) y no a las concentraciones menores (0,04%).
- No existe una correlación entre el estatus de probador del PROP y la percepción de la astringencia empleando el método de clasificación de la proporción PROP/NaCl (Método de Bartoshuk) ni correlación en un análisis estadístico utilizando el método del acumulado de las intensidades de dos concentraciones de PROP. En el caso de ambos métodos, la concentración de sulfato de aluminio no es un factor influyente en la percepción de la astringencia.
- No existen diferencias significativas entre géneros para la percepción de NaCl, PROP (a nivel de umbral y supraumbral) y sulfato de aluminio usando el método de clasificación de proporción de PROP/NaCl.
- El método de clasificación para separar los individuos por cada estatus de probador de PROP influye dramáticamente a la hora de encontrar la relación entre dicho estatus de probador y la percepción de la astringencia.
- Al hacer el agrupamiento de individuos por análisis de cluster, se encuentra que los individuos menos sensibles al amargor del PROP, también lo son a la astringencia y a la salinidad.

## VII. RECOMENDACIONES PARA FUTUROS ESTUDIOS

- Se recomienda no utilizar los puntos de corte establecidos en la literatura para separar a los individuos en cada estatus de probador de PROP, sino utilizar análisis estadísticos para clasificación o separación por afinidad como lo es el análisis de cluster.
- Se recomienda determinar los puntos de corte utilizando la proporción PROP/NaCl para la población costarricense.
- Calcular los ANDEVAS comparando géneros y comparando la concentración de sulfato de aluminio usando la clasificación hecha con el análisis de cluster.
- Relacionar la clasificación de individuos por cluster con la clasificación previa hecha con la proporción PROP/ NaCl y determinar cuántos individuos de los grupos SP, PM y NP quedaron mal clasificados de acuerdo a los clusters.
- Realizar estudios de intensidad de tiempo (TI) para obtener una visión más completa del comportamiento de la población en estudio.
- Hacer un estudio con las mismas disoluciones de sulfato de aluminio utilizando una escala de dolor y una escala Green, para hacer comparaciones con el fin de determinar si hay concordancia.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. AKELLA, G.D., HENDERSON, S.A. & DREWNOWSKI, A. 1998. Sensory acceptance of Japanese green tea and soy products is linked to genetic sensitivity to 6-n-propylthiouracil. *Nutrition and Cancer*. 29(2): 146-151.
2. ARNOLD, G.M. 1983. A tasting procedure for assessing bitterness and astringency. In Williams, A.A & Atkins, R.K., eds. *Sensory Quality of Foods and beverages: definition, measurement and control*. Ellis Hoewood Ltd, Chichester. p. 109-114.
3. BACON, J.R. & RHODES, M.J.C. 2000. Binding affinity of hydrolyzable tannins to parotid saliva and to proline-rich proteins derived from it. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*. 48(3): 838-843.
4. BARCENAS, P., PEREZ, E.F.J., SALMERON, J. & ALBISU, L. 2000a. Sensory analysis of Food. II. Selection, training and supervision of panelists. *Alimentaria*. 37(314): 31-38.
5. BARCENAS, P., PEREZ, E.F.J., SALMERON, J. & ALBISU, L. 2000b. Sensory analysis of Food. I. The development of descriptive vocabulary and the use of specific references. *Alimentaria*. 37(314): 23-29.
6. BARTOSHUK, L.M. 1979. Bitter taste of saccharin: related to the genetic ability to taste the bitter substance 6-n-propylthiouracil (PROP). *Science*. 205: 934-935.
7. BARTOSHUK, L.M. 1993. The biological basis of food perception and acceptance. *Food quality pref.* 4: 21-32.
8. BARTOSHUK, L.M.; CONNER, E.; GRUBIN, D.; KARRER, T.; KOCHENBACH, K.; PALESO, M.; SNOW, D.; PELCHAT, M. & DANOWSKI, S. 1993. PROP

- supertasters and the perception of ethyl alcohol. *Chem. Sens.* 18: 526-527.
9. BARTOSHUK, L.M. 2000. Comparing Sensory Experiences Across Individuals: recent psychophysical advances illuminate Genetic variation in taste perception. *Chem. Sens.* 25: 447-460.
  10. BARTOSHUK, L.M., RIFTIN, B. & HOOPER, J.E. 1988. Bitterness of KCL and benzoate: relate to genetic states for sensitivity to PTC/PROP. *Chem. Sens.* 13: 517-528.
  11. BARTOSHUK, L.M., FAST, K., KARRER, T.A., MARINO, S., PRICE, R.A. & REED, D.A. 1992. PROP supertasters and the perception of sweetness and bitterness. *Chem. Sens.* 17: 594.
  12. BARTOSHUK, L.M., CONNER, E., GRUBIN, D., KURRER, T., ROCHENBACH, K., PALESO, M., SNOW, P., PELCHAT, M. & DANOWKI, S. 1993. PROP ssupertasters and the perception of ethyl alcohol. *Chem. Sens.* 18: 526-527.
  13. BARTOSHUK, L.M., DUFFY, V.B. & MILLER, T.J. 1994. PTC/PROP tasting: anatomy, psychophysics and sex effects. *Physiol. Behav.* 56: 1165-1171.
  14. BARTOSHUK, L.M., DUFFY, V.B., BERGER, A., KURRER, T., SNYDER, D. & SASAKI, C. 1995. Women perceive greater oral burn from capsaicin: clinical implications for oral pain. *Chem. Sens.* 20: 663-664.
  15. BARTOSHUK, L.M., DUFFY, V.B., LUCCHINA, L.A., PRUTKIN, J. & FAST, K. 1998. PROP (6-n-propylthiouracil) supertasters and the saltiness of NaCl. *Acad. Sci.* 855: 793-796.
  16. BARTOSHUK, L.M., CUNNINGHAM, K.E., DABRILA, G.M., DUFFY, V.B., ETTER, L., FAST, K.R., LUCCHINA, L.A., PRUTKIN, J.M. & SNYDER, D.J. 1999. From sweets to hot peppers: genetic variation in taste, oral pain, and

- oral touch. In BELL, G. & WATSON, A.J., eds. *Tasters and Aromas. The Chem. Sens. in Science and Industry.* UNSW Press, Sydney.
17. BATES-SMITH, E.C. 1973. Haemanalysis of tannins: the concept of relative astringency. *Phytochemistry.* 12: 907-912.
  18. BEAR, M.Ñ., CONNORS, B. & PARADISO, M. 1996. *Neuroscience: exploring the brain.* Williams & Wilkins Co. Davis. p. 666
  19. BEIDLER, L.M. 1961. Taste receptor stimulation. *Prog. Biophys. Chem.* 12: 107-151.
  20. BEIDLER, L.M. 1969. Innervation of rat fungiform papillae. In PFAFFMANN, C., ed. *Olfaction and taste III.* Rockefeller University Press, NY.
  21. BEIGUELMAN, B. 1964. Taste sensitivity to phenylthiourea and menstruation. *Acta Genet. Med. Gemellot.* 13: 197-199.
  22. BLAKESLEE, A.F. & SALMON, M.R. 1931. Odor and taste blindness. *Eugenical News.* 16: 105-110.
  23. BORG, G. 1982. A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons. In Geisseler, H.G & Petxold, P, eds. *Psychophysical Judgements and the process of perception.* VEB Deutscher Verlag der wissenschaften, Berlin.
  24. BORING, E.G. 1942. *Sensation and Perception in the History of Experimental Psychology.* Appleton Century Co., New York.
  25. BOYD, W.C. & BOYD, L.G. 1937. Sexual and racial variations in ability to taste phenyl-thio-carbamide, with some data on the inheritance. *Ann. Eugen.* 8: 46-51.
  26. BRAVO, L. 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr. Rev.* 56: 317-333.

27. BRESLIN, P., GILMORE, M., BEAUCHAMP, G & GREEN, B.G. 1993. Psychophysical evidence that oral astringency is a tactile sensation. *Chem. Sens.* 18 (4): 405-417.
28. BUSTAMANTE, M., PINEDA, M.L. & WONG, E. 2001. Lineamientos generales para la elaboración del trabajo final de graduación. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Universidad de Costa Rica.
29. CALVIÑO, A.M., GARCIA-MEDINA, M.R. & COMETTO-MUÑIZ, J.E. 1990. Interactions in caffeine-sucrose and coffee-sucrose mixtures: evidence of taste and flavor suppression. *Chem. Sens.* 15: 505-519.
30. CLIFF, M.A. & GREEN, B.G. 1996. Sensitization and desensitization to capsaicin and menthol in the oral cavity: interactions and individual differences. *Physiology & Behavior.* 59: 487-494.
31. CLIFFORD, M.N. 1986. Phenol-protein interactions and their possible significance for astringency. In BIRCH, G.G. & LINDLEY, M.G., eds. *Interactions of Food Components.* Elsevier, London.
32. COSTANZO, L.S. 1998. *Physiology.* 2<sup>nd</sup> Edition. LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS, Pennsylvania.
33. CUBERO-CASTILLO, E. 1999. The effect of compound-specific sensitivity and carry-over effects on bitterness perception. Ph.D. dissertation. University of California, Davis, CA.
34. CUBERO-CASTILLO, E. & NOBLE, A.C. 2001. Effect of compound sequence on bitterness enhancement. *Chem. Sens.* 26: 419-424.
35. CUBERO-CASTILLO, E. 2002. Relación entre el estatus del PROP y la astringencia. UCR, San Pedro. Comunicación personal.
36. DAHL, M., ERICKSON, R. & SIMON, S. 1997. Neural responses to bitter compounds in rats. *Brain Research.* 756: 22-34

37. DANIEL, W.W. 1993. *Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud*. LIMUSA. México.
38. DING, Z., KUHR, S. & ENGELHARDT, U. 1992. Influence of catechins and theaflavins on the astringent taste of black tea brews. *Z Lebensmittel Unters Forsch*. 195: 108-111.
39. DREWNOWSKI, A. & ROCK, C.L. 1995. The influence of genetic taste markers on food acceptance. *Am. J. Clin. Nutr.* 62: 506-511.
40. DREWNOWSKI, A., HENDERSON, S.A. & SHORE, A.B. 1997a. Genetic sensitivity to 6-n-propylthiouracil (PROP) and hedonic responses to bitter and sweet tastes. *Chem. Sens.* 22: 27-37.
41. DREWNOWSKI, A., HENDERSON, S.A., SHORE, A.B. & BARRAT-FORNELL, A. 1997b. Nontasters, tasters and supertasters of 6-n-propylthiouracil (PROP) and hedonic response to sweet. *Physiol. Behav.* 62:649-655.
42. DREWNOWSKI, A., HENDERSON, S.A. & BARRATT-FRONELL, A. 1998. Genetic sensitivity to 6-n-propylthiouracil and sensory responses to sugar and fat mixtures. *Physiol Behav.* 63: 771-777.
43. DREWNOWSKI, A., HENDERSON, S.A., LEVINE, A. & HANN, C. 1999. Taste and food preferences as predictors of dietary practices in young women. *Public Health Nutrition.* 2: 513-519.
44. DREWNOWSKI, A., HENDERSON, S.A., HANN, C.S., BERG, W.A. & RUFFIN, M.T. 2000. Genetic taste markers and preferences for vegetables and fruit of female breast care patients. 2000. *Journal of the American Dietetic Association.* 100(2): 191-197.
45. DREWNOWSKI, A & GOMEZ, C. 2000. Bitter taste, phytonutrients and the consumer: a review. *American Society for Clinical Nutrition.* 72: 1424-35.



46. DREWNOWSKI, A., HENDERSON, S.A. & BARRAT-FORNELL, A. 2001a. Genetic taste markers and food preferences. *Drug Metabolism & Disposition*. 29(4): 535-538.
47. DREWNOWSKI, A. 2001b. PROP (6-n-propylthiouracil) tasting and sensory responses to caffeine, sucrose, neohesperidin dihydrochalcone and chocolate. *Chem. Sens.*. 26(1): 41-47.
48. DUFFY, V.B., BARTOSHUK, L.M., LUCCHINA, L.A., SNYDER, D.J. & TYM, A. 1996. Supertasters of PROP (6-n-propylthiouracil) rate the highest creaminess to high-fat milk products. *Chem. Sens.*. 21: 598 (abstract).
49. DUFFY, V.B. & BARTOSHUK, L.M. 2000. Food acceptance and genetic variation in taste. *Journal of the American Dietetic Association*. 100(6): 647-655.
50. ENGEL, E., NICKLAUS, S., GAREM, A., SEPTIER, C., SALLES, C & LEQUERE, J.L. 2000. Taste active compounds in a goat cheese water-soluble extract. 1. Development and sensory validation of a model water-soluble extract. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*. 48(9): 4252-4259.
51. FALCONER, D.S. 1946. Sensory thresholds for solutions of phenyl-thiocarbamide. *Ann. Eugen.* 13: 211-222.
52. FERNBERGER, S.W. 1932. A preliminary study of taste deficiency. *Am. J. Psychol.* 44: 322-326.
53. FINGER, T.E, NELSON, G.M., BRYANT, B. & MOORE, P.A. 1994. Intragemmal and perigemmal fibers in taste buds: immunocytochemistry and differential sensitivity to capsaicin. *Neurosci. Abstr.* 402: 12 (abstract).
54. FISCHER, R. & GRIFFIN, F. 1964. Pharmacogenetic aspects of gustation. *Drug. Res.* 14: 673-686.
55. FISCHER, R.; KNOPP, W. & GRIFFIN, F. 1965. Taste sensibility and the appearance of phenothiazine-tranquilizer induced extrapyramidal symptoms. *Drug Res.* 15: 1379-1382.

56. FISCHER, R. & KAELBLING, R. 1966. Increase in taste acuity with sympathetic stimulation: the relation of a just-noticeable taste difference to a systemic psychotropic drug use. *Biological Psychiatry*. 9: 183-195.
57. FISCHER, R. 1971. Gustatory, behavioral and pharmacological manifestations of chemoreception in man. In Ohloff, G. & Thomas, A.E., eds. *Gustation and Olfaction*. Academic Press, New York. p. 187-233.
58. FOX, A. 1931. Six in ten "tasteblind" to bitter chemical. *Sci News Lett*. 9:249.
59. FREITAS, V. & MATEUS, N. 2001. Structural features of procyanidin interactions with salivary proteins. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*. 49(2): 940-945.
60. GENT, J.F. & BARTOSHUK, L. 1983. Sweetness of sucrose, neohesperidin dihydrochalcone, and saccharin is related to genetic ability to taste the bitter substance 6-n-propylthiouracil. *Chem. Sens.*. 7:265-272.
61. GLANVILLE, E.V. & KAPLAN, A.R. 1965. Food preference and sensitivity of taste for bitter compounds. *Nature*. 205: 851-853.
62. GREEN, B. 1993. Oral astringency: a tactile component of flavor. *Acta Psychologica*. 84: 119-125.
63. GREEN, B.G., SHAFFER, G.S. & GILMORE, M.M. 1993. A semantically labelled magnitude scales of oral sensation with apparent ratio properties. *Chem. Senses* 18: 683-702.
64. GREEN, B.G., DALTON, P., COWAN, B. & HIGGINS, J. 1996. Evaluating the labeled magnitude scale for measuring sensations of taste and smell. *Chem Senses* 21: 323-334.
65. GUINARD, J. X., PANGBORN, R.M. & LEWIS, M.J. 1986. Preliminary studies on acidity-astringency interactions in model solutions and wines. *J. Sci. Food Agric*. 37: 184-189.

66. GUINARD, J.X. & MAZZUCHELLI, R. 1997. The sensory perception of texture and mouth feel. *Am. J. Enol. Vitic.* 38: 255-260.
67. GUO, S.W., SHEN, F.M., WANG, Y.D & ZHENG, C.J. 1998. Threshold distribution of PTC in the chinese population. *Annals of the New York Academy of Science* V855. Olfation & taste XII. An international Symposium.
68. GUO, S.W. & REED, D.R. 2001. The genetic of phenylthiocarbamide perception. *Annals of Human Biology.* 28(2): 111-142.
69. GUYTON, A. 1992. *Tratado de Fisiología Médica.* 8 ed. Interamericana-McGraw-Hill, Nueva York.
70. HALL, M.J., BARTOSHUK, L.M., CAIN, W.S & STEVENS, J.C. 1975. PTC taste blindness and the taste of caffeine. *Nature* 253: 442-443.
71. HORME, J., LAWLESS, H., SPIERS, W & SPOSATO, D. 2002. Bitter taste of saccharine and acesulfate. *Chem. Sens.* 27:31-38.
72. HARRIS, H & KALMUS, H. 1949. The measurement of taste sensibility to phenylthiourea (PTC). *Ann Eugen.* 15: 24-31.
73. HARTMANN, G. 1939. Application of individual taste difference towards phenyl-thio-carbamide in genetic investigations. *Ann. Eugen.* 9: 123-135.
74. HASLAM, E. & LILLEY, T.H. 1988. Natural astringency in food stuffs: a molecular interpretation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 27: 1-40.
75. HOOPER, J.E., GENT, J.F. & BARTOSHUK, L.M. 1982. PTC: Considerations in threshold determination of taster status. In *Association for Chemoreception Sciences.* Sarasota, Florida.
76. HOYME, L.E. 1955. Genetics: physiology and phenylthiocarbamide. *J. Hered.* 46: 167-175.

77. KALMUS, H. 1958. Improvements in the classification of the taster genotypes. *Ann. Hum. Gen.* 22: 222-230.
78. KALMUS, H. & SMITH, S.M. 1965. The antimode and lines of optimal separation in a genetically determined bimodal distribution with particular reference to phenylthiocarbamide sensitivity. *Ann. Hum. Gen.* 29: 127-138.
79. KALMUS, H. 1971. Genetics of taste. In Beidler, L.M., eds. *Handbook of sensory physiology: genetics of taste*. Springer-Verlag, Berlin. p. 165-179.
80. KAMINSKI, L.C., HENDERSON, S.A. & DREWNOWSKI, A. 2000. Young women's food preferences and taste responsiveness to 6-n-propylthiouracil (PROP). *Physiology & Behavior*. 68(5): 691-697.
81. KANZAKI, S., YONEMORI, K., SUGIURA, A., SATO, A. & YAMADA, M. 2001. Identification of molecular markers linked to the trait of natural astringency loss of Japanese persimmon (*Diospyros kaki*) fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 126(1): 51-55.
82. KARRER T., BARTOSHUK, L.M., CONNER, E., FOHRENBACHER, S., GRUBIN, D & SNOW, D. 1992. PROP status and its relationship to the perceived burn intensity of capsaicin at different tongue loci. *Chem. Sens.* 17: 649.
83. KARRER, T & BARTOSHUK, L. 1995. Effects of capsaicin desensitization on taste in humans. *Physiology and Behavior*. 57: 421-429.
84. KAWAMURA, Y., FUNAKOSHI, M., KASAHARA, Y. & YAMAMOTO, T. 1969. A neurophysical study of astringent taste. *Japanese Journal of Physiology*. 19: 851-865.
85. KINNAMON, S. 1996. Taste transduction: linkage between molecular mechanisms and psychophysics. *Food Quality Preferences*. 7: 153-159.
86. KURAHASHI, T., MATSUMOTO, T., MOCHIDA, K., TAKADA, K., KOUNO, Y. & FISCHER, C. 2000. Analysis of two bud mutants of the Japanese

- persimmon "Saijo" and evaluation of their potential as new cultivar. In GEIBEL, M. & FISHER, M., eds. *Acta-Horticulturae*. 2(538): 489-492.
87. LANDAU, S., SILANIKOVE, N., NITZAN, Z., BARKAI, D., BARAM, H., PROVENZA, F.D. & PEREVOLOTSKY, A. 2000. Short term changes in eating patterns explain the effects of condensed tannins on feed intake in heifers. *Applied Animal Behavior Science*. 69(3): 199-213.
  88. LAWLESS, H.T. 1980. A comparison of different methods used to assess sensitivity to the taste of phenylthiocarbamide (PTC). *Chem. Sens.* 5: 247-256.
  89. LAWLESS, H. & HEYMANN, H. 1999. *Sensory Evaluation of food: principles and practices*. Aspen Publications, Maryland.
  90. LEA, A.G. & ARNOLD, G.M. 1978. The phenolics of cider: bitterness and astringency. *J.Comp. Physiol. Psychol.* 93: 538-547.
  91. LEACH, E.J. & NOBLE, A.C. 1986. Comparison of bitterness of caffeine and quinine by a time-intensity procedure. *Chem. Sens.* 11 : 339-345.
  92. LEE, C.B & LAWLESS, H.T. 1991. Time-course of astringent sensations. *Chem. Sens.* 16: 225-238.
  93. LOOY, H. & WEINGARTEN, H. 1991. Sensitivity to 6-n-propylthiouracil predicts hedonic response to sucrose. *Chem. Sens.* 16 : 547-548.
  94. LUCCHINA, L.A., CURTIS, O.F., PUTNAM, P. & BARTOSHUK, L.M. 1998a. 6-n-propylthiouracil (PROP) tasters assign higher sweetness ratings to sucrose and high intensity sweeteners. *Chem. Sens.* 23: 560.
  95. LUCCHINA, L.A., CURTIS, O.F., PUTNAM, P., DREWNOWSKI, A., PRUTKIN, J.M. & BARTOSHUK, L.M. 1998b. Psychophysical measurement of 6-n-propylthiouracil (PROP) taste perception. In *Olfaction and taste XII: an International Symposium*. Volume 855, New York. Annals of the New York Academy of Sciences.

96. LY, A. & DREWNOWSKI, A. 2001. PROP (6-n-Propylthiouracil) tasting and sensory responses to caffeine, sucrose, neohesperidin dihydrochalcone and chocolate. *Chem. Sens.* 26: 41-47.
97. LYMAN, B.J. & GREEN, B.G. 1990. Oral astringency: effects of repeated exposure and interactions with sweeteners. *Chem. Sens.* 15: 151-164.
98. MARKS, L.E., STEVENS, J.C., BARTOSHUK, L.M., GENT, J.G., ROFTIN, B. & STONE, V.K. 1988. Magnitude matching: the measurement of taste and smell. *Chem. Sens.* 17: 493-506.
99. MARKS, L.E. 1992. The slippery context effect in psychophysics: intensive, extensive, and qualitative continuum. *Percept Psychophys.* 51: 187-198.
100. McBRIDE, M.R & MISTRETTA, C.M. 1986. Taste responses from the chorda tympani nerve in young and old fischer rats. *J. Gerontol.* 41: 306-314.
101. McBURNEY, D.H. & COLLINGS, V.B. 1977. Introduction to sensation and perception. Prentice Hall, New Jersey.
102. McBURNEY, D.H., BALADAN, C.D., POPP, J.R. & ROSENKRANZ, J.E. 2001. Adaptation to capsaicin burn: effects of concentration and individual differences. *Physiology and Behavior.* 72(1-2): 205-216.
103. MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V. & CARR, B.T. 1987. Sensory Evaluation Techniques. CRC Press, Boca Raton, Florida.
104. MELA, D. J. 1989. Bitter taste intensity: the effect of tastant and thiourea taster states. *Chem. Sens.* 14: 131-135.
105. MILLER, I.J., Jr. 1987. Human fungiform taste bud density and distribution. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 510: 501-503.
106. MILLER, I.J. & REEDY, F.E. 1990. Variations in human taste bud density and taste intensity perception. *Physiology & Behavior.* 47: 1213-1219.
107. MONNEUSE, M.O., MAREZ, A., PASQUET, P., SIMMEN, B. & HLADIK, C.M. 2000. Sur le gout des tannins et la perception d'une substance amere

- (PROP). On the peculiar taste of tannins and its relationship to PROP taster status. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*. 12(3-4): 423-430.
108. MONTGOMERY, D.C. & RUNGER, G.C. 1996. Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. McGraw-Hill. México.
109. MYHARA, R.M., AL, A.A., KARKALAS, J. & TAYLOR, M.S. 2000. Sensory and textural changes in maturing Omani dates. *Journal of the Science of food and Agriculture*. 80(15): 2181-2185.
110. NAGY, J.I., GOEDERT, M., JUNI, S.P. & BOUD, A. 1982. The nature of the substance P-containing nerve fibres in taste papillae of the red tongue. *Neuroscience*. 7: 3137-3151.
111. NAIM, M., SPIELMAN, A.I., NIR, S. & NOBLE, A.C. 1998. Bitter taste transduction: cellular pathways, inhibition and implications for human acceptance of agricultural food products. *BARD*, s.l.
112. NASWARI, C.W. & PANGBORN, R.M. 1990. Temporal gustatory and salivary responses to capsaicin upon repeated stimulation. *Physiology & behavior*. 47: 611-615.
113. NOBLE, A.C. 1998. Acarreamiento. Universidad de Davis, California. Comunicación personal.
114. OAKLEY, B. 1985. Taste responses of the human chorda tympani nerve. *Chem. Sens.* 10: 469-481.
115. OGURA, T., MACKAY-SIM, A. & KINNAMON, S. 1997. Bitter taste transduction of denatonium in the mudpuppy *Necturus maculosus*. *J. Neurosci.* 17: 3580-3587.
116. PATTEE, H.E., ISLEIB, T.G., GIESBRECHT, F.G. & McFEETERS, R.F. 2000. Relationships of sweet, bitter and roasted peanut sensory attributes with

carbohydrate components in peanuts. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*. 48(3): 757-763.

117. PERI, I., MAMRUD-BRAINS, H., ROBIN, S., KRIHANOVSKY, V., SHAI, Y., NIR, S. & NAIM, M. 1999. Rapid permeation of amphipatic bitter and sweet tastants into liposomes and taste cells: implications for signal transduction. En impresión.
118. PRESCOTT, J. & STEVENSON, R.J. 1996. Desensitization to oral zingerone irritation: effects of stimulus parameters. *Physiology & behavior*. 39: 63-65.
119. PRESCOTT, J. 1999. The generalizability of capsaicin sensitization and desensitization. *Physiology & Behavior*. 66: 741-749.
120. PRESCOTT, J. & SWAIN-CAMPBELL, N. 2000. Responses to repeated oral irritation by capsaicin, cinnamaldehyde and ethanol in PROP. *Chem. Sens.* 25: 239-46.
121. PRUTKIN, J., FAST, K., LUCCHINA L., BARTSHUK, L. 1999a. PROP (6-n-propiltiouracil) genetics and trigeminal innervation of fungiform papillae. *Chem. Sens.* 23(5): 243.
122. PRUTKIN, J., FAST, K., LUCCHINA, L.A., SYNDER, D.J. & BARTOSHUK, L.M. 1999b. Spatial taste tasting and genetic taste variation *Chem. Sens.*. 24: 604.
123. PRUTKIN, J., DUFFY, V.B., ETTER, L., FAST, K., GARDNER, E., LUCCHINA L.A., SNYDER, D.J., TIE, K., WEIFFENBACH, J., BARTOSHUK, L.M. 2000. Genetic variation and inferences about perceived taste intensity in mice and men. *Physiology and behavior*. 69: 161-173.
124. RANKIN, K.M. & MARKS, L.E. 1991. Differential context effects in taste perception. *Chem. Sens.*. 16: 617-629.



125. REED, D.R.; BARTOSHUK, L.M.; DUFFY, V.; MARINO, S. & PRICE, R.A. 1995. Propylthiouracil tasting determination of underlying threshold distributions using maximum likelihood. *Chem. Sens.* 20: 529-533.
126. REED, D.R., NANTHAKUMAR, E., NORTH, M., BELL, C., BARTOSUK, L.M. & PRICE, R.A. 1999. Localization of a gene for bitter taste perception to human chromosome. *Am Hum Genet.* 64: 1478-1480.
127. REEDY, F.E., BARTOSHUK, L.M., MILLER, I.J., DUFFY, V.B., LUCCHINA, L. & YANAGISAWA, K. 1993. Relationships among papillae, taste pores and 6-n-propylthiouracil (PROP) suprathreshold taste sensitivity. *Chem. Sens.* 18: 618-619 (abstract).
128. SATO, T., OBADA, Y., MUJAMOTO, T & FUJIYAMA, R. 2000. Distribution of nontasters for PTC and high sensitivity to quinine, hydrochloride of the nontasters in Japan. *Chem. Sens.* 22:547-551.
129. SAUNDERS, 1994. *Dorland's Illustrated Medical Dictionary*. 28 ed. A Division of Harcourt Brace & Company, Philadelphia.
130. SCHIFFERSTEIN, H.N.J & FRIJTERS, J.E.R. 1991. The perception of the taste of KCl, NaCl and quinine HCl is not related to PROP sensitivity. *Chem. Sens.* 16: 303-17.
131. SCHIFFMAN, S.S., SUGGS, M.S., SOSTMAN, A.L. & SIMON, S.A. 1991. Chorda Tympani and lingual nerve responses to astringent compounds in rodents. *Physiology & Behavior.* 51: 55-63.
132. SHIESH-CHING, C.; LIN, H., LIN, R., CHEN, S., FENG, S., SHIESH, C.C., LIN, H.L., LIN, R.Q., CHEN, S.J & FENG, S.P. 2000. Astringency removal and softening as related to temperature during the deastringency by ethanol in "Hiratanenashi" persimmon fruits. *Journal of the Chinese Society for Horticultural Science.* 46(1): 45-54.

133. SIMON, S.A., HALL, W.L. & SCHIFFMAN, S.S. 1992. Astringent-tasting compounds alter ion transport across isolated canine lingual epithelia. *Pharmacology, Biochemistry & Behavior*. 43: 271-283.
134. SIPIORA, M.L., MURTAUGH, M.A., GREGOIRE, M.B. & DUFFY, V.B. 2000. Bitter taste perception and severe vomiting in pregnancy. *Physiology and Behavior*. 69(3): 259-267.
135. SMAGGHE, K. & LOUIS-SYLVESTRE, J. 1998. Influence of PROP-sensitivity on taste perceptions and hedonics in French Women. A study performed without retronasal olfaction. *Appetite* 30: 325-339.
136. SPIELMAN, A.I.; HUQUE, T., WHITNEY, G., BRAND, J.G. 1992. The diversity of bitter taste signal in sensory transduction. *The Rockefeller University Press*: 307-324.
137. SSEMWANGA, J.K., THOMPSON, A.K., AKED, J. & VUYLSTEKE, D.R. 2000. Quality and acceptability of the new banana cultivar FHIA 3 compared to indigenous Uganda cultivars for matooke preparation. In CRAENEN, K., ORTIZ, R & KARAMURA, E.B., eds. *Acta-Horticulturae* (540): 561-567.
138. STEVENS, S.S. & GALANTER, E.H. 1957. Ratio Scales and category scales for a dozen perceptual continua. *J. Exp. Psychol* (54): 377-411.
139. STEVENS, S.S. 1961. To honor Fechner and repeat his law. *Science*, 133. 80-86.
140. STEVENS, S.S. 1969. Sensory scales of taste intensity. *Percept Psychophys*, 6: 302-308.
141. SZOLCSANYI, J., JANSKO-GABOR, A. & JOO, F. 1975. Functional and fine structural characteristics of the sensory neuron blocking effect of capsaicin. *Arch Pharmacol* (387): 157-163.
142. TEPPER, B.J. & NURSE, R.J. 1997. Fat perceptions is related to PROP taster status. *Physiology & Behavior*. 61: 949-954.

143. TEPPER, B.J., CHRISTESEN, C.M. & CAO, J. 2001. Development of brief methods to classify individuals by PROP taster status. *Physiology & behavior*. 73:571-577.
144. WHITEHEAD, M.C., BEEMAN, C.S. & KINSELLA, B.A. 1985. Distribution of taste and general sensory nerve endings in fungiform papillae of the hamster. *Am. J. Anat* (173): 185-201.
145. WHITEHEAD, M.C. & KACHELE, D.L. 1994. Development of fungiform papillae, taste buds and their innervation in the hamster. *J.Comp. Neurol.* 340: 515-530.
146. YOKOMUKAI, Y., COWARD, B.J. & BEAUCHAMP, G.R. 1993. Individual differences in sensitivity to bitter-tasting. *Chem. Sens.* 18: 669-681.

## IX. APÉNDICE

### 9.1 Glosario de términos fisiológicos (Guyton, 1992)

- **Nervio:** estructura cordal que transporta impulsos entre una parte del sistema nervioso central y otras regiones del cuerpo.
- **Receptor:** terminal nerviosa sensorial que responde a estímulos de varios tipos, debido a los cual hay diferentes clasificaciones según el estímulo:
- **Quimiorreceptor:** responde a estímulos químicos.
- **Mecanorreceptor:** responde a estímulos mecánicos y es estimulado por presiones mecánicas o distorsiones como las que responden a temperatura, toque y contracciones musculares.
- **Fotorreceptor:** responde a estímulos de luz
- **Mecanismo de transducción:** reacciones químicas llevadas a cabo por un ser vivo para poder sentir las sensaciones que prueba.
- **Sinapsis:** desligación uno por uno de los cromosomas en la primera parte de la meiosis.

## 9.2 Herramientas de la metodología

### 9.2.1 Determinación del umbral de PROP (ver sección 4.2 de Metodología)

Cuadro 2. Concentraciones de PROP utilizadas para determinar el umbral y hoja de respuestas para recopilar los datos de cada panelista

Solución de PROP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$1 \cdot 10^{-6}$ M																				
$1.8 \cdot 10^{-6}$ M																				
$3.2 \cdot 10^{-6}$ M																				
$5.7 \cdot 10^{-6}$ M																				
$1 \cdot 10^{-5}$ M																				
$1.8 \cdot 10^{-5}$ M																				
$3.2 \cdot 10^{-5}$ M																				
$5.7 \cdot 10^{-5}$ M																				
$1 \cdot 10^{-4}$ M																				
$1.8 \cdot 10^{-4}$ M																				
$3.2 \cdot 10^{-4}$ M																				
$5.7 \cdot 10^{-4}$ M																				
$1 \cdot 10^{-3}$ M																				
$1.8 \cdot 10^{-3}$ M																				
$3.2 \cdot 10^{-3}$ M																				

### 9.2.2 Distribución de edades en los panelistas

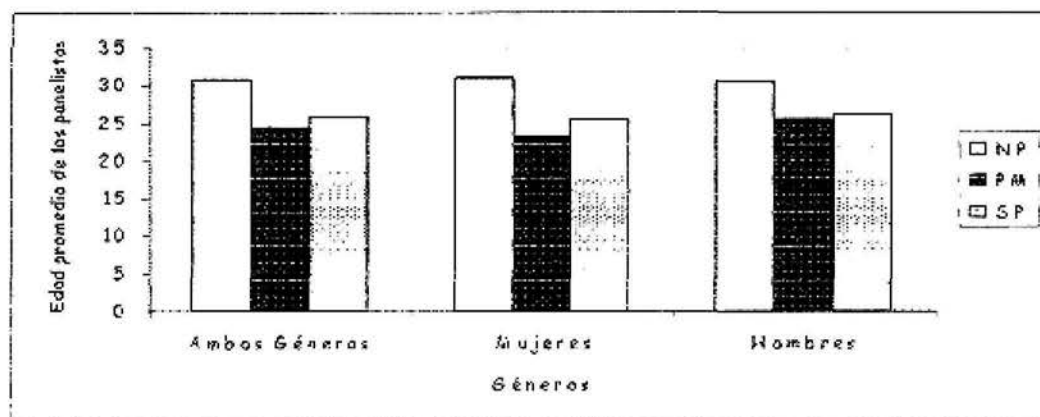


Figura 14. Distribución de las edades de los panelistas en la determinación del estatus de probador del PROP

### 9.2.3 Porcentaje de personas fumadoras en cada uno de los grupos del estatus de probador del PROP, por géneros y en general

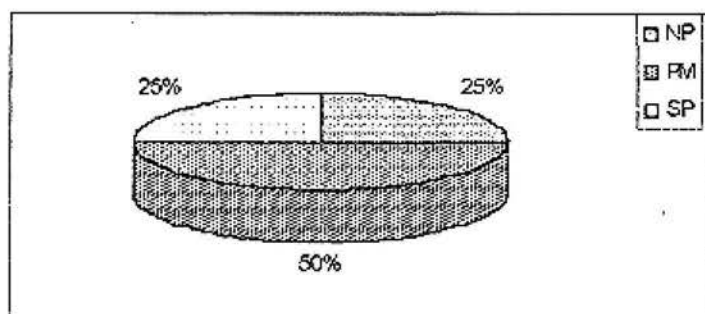


Figura 15. Porcentaje de mujeres NP, PM y SP que fuman

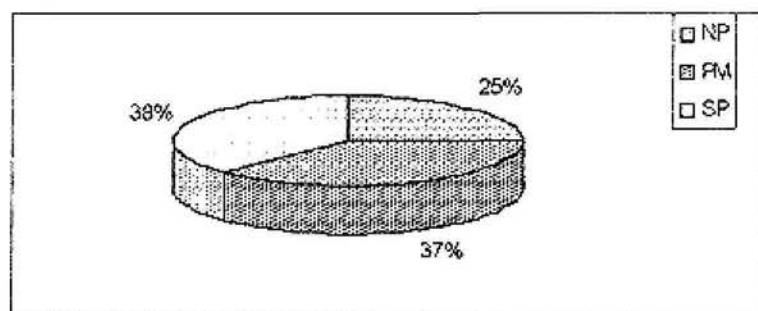


Figura 16. Porcentaje de hombres NP, PM y SP que fuman

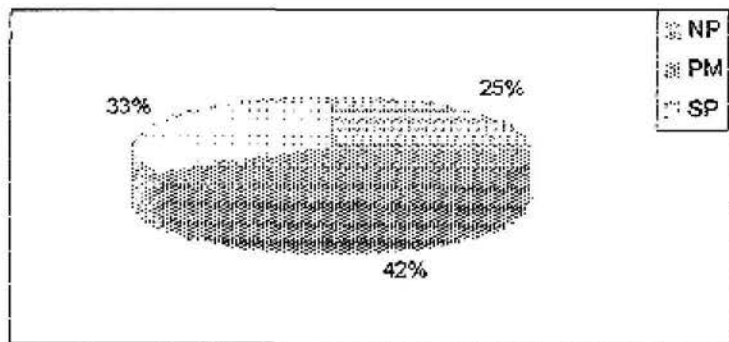


Figura 17. Porcentaje de NP, PM y SP de ambos géneros que fuman

#### 9.2.4 Pruebas preliminares (ver sección 4.4.2 de Metodología)

Se realizaron con cuatro personas, para determinar las condiciones óptimas de enjuague que permiten eliminar el efecto del acarreamiento entre muestras astringentes

Cuadro 2. Condiciones y resultados de las pruebas preliminares

Prueba	N° de enjuagues con gelatina	N° de enjuagues con Agua	Tiempo de espera	¿Eliminación del acarreamiento?
1	3	3	30s	No
2	3	3	1 minuto	No
3	4	3	1 minuto	Sí

Como puede observarse, la prueba 3 fue la que logró eliminar el acarreamiento entre las muestras, por lo que se utilizó para el resto de la parte experimental.





9.2.6 Separación de los SP, PM y NP en este estudio (ver sección 4.6.1.2 de Metodología).

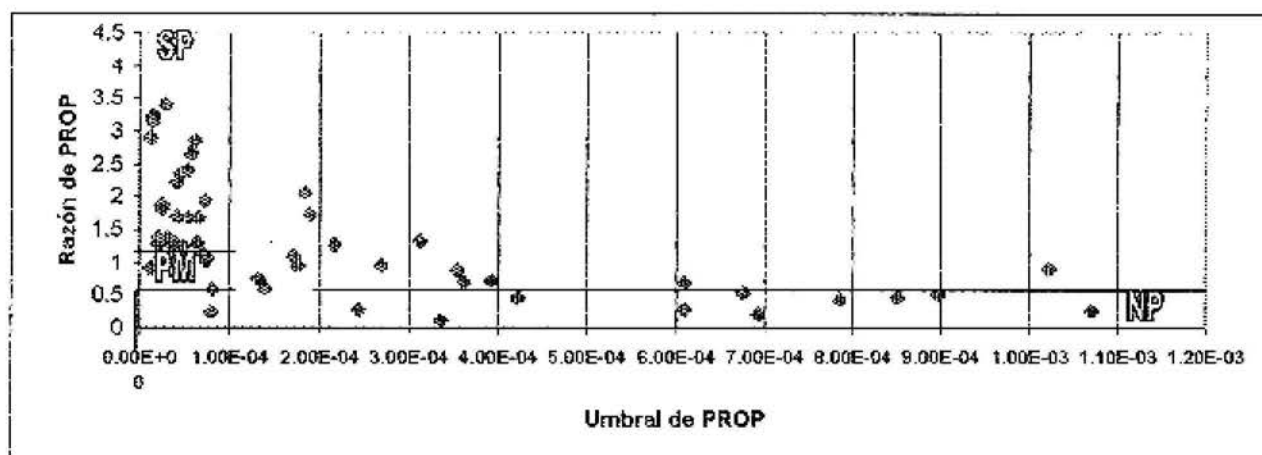


Figura 19. Gráfico de dispersión de la proporción de PROP como función de la intensidad de amargor del umbral de PROP detectado por todos los panelistas que participaron en la determinación del estatus de probador del PROP (n=60)

## 9.3 Datos crudos y gráficos intermedios

### 9.3.1 Datos crudos para el efecto de contexto en SP (ver sección 5.1)

Cuadro 3. Análisis de Varianza comparando en general (ambos sexos) a los SP que tuvieron efecto de contexto y los SP que no lo tuvieron.

Característica	Valor F	Grados de Libertad	C.V	MSE
Astringencia	12.63***	124	63.20375	9.42965
Umbral $\Delta$	0.81	40	70.31243	$8.1 \cdot 10^{-10}$
Astringencia al 0,04%	9.34**	40	79.24936	3.819467
Astringencia al 0,2%	5.73*	40	39.47722	3.48811
Astringencia al 0,4%	7.93**	40	40.71754	9.026257

$\Delta$  Es independiente de la concentración

(\*)  $p < 0.05$ ; (\*\*)  $p < 0.01$ ; (\*\*\*)  $p < 0.001$

Cuadro 4. Medias de las intensidades dadas en general (ambos sexos) por los SPc y los, con su respectivo LSD al 0.05% de significancia y su respectiva prueba Duncan.

Característica	Grados de libertad	N		SPc	SP	LSD
		SPc	SP			
Astringencia	124	51	75	3.6794 a	5.6603 b	1.1031
Umbral*	124	17	25	$4.52 \cdot 10^{-6}$ a	$3.722 \cdot 10^{-5}$ a	$1.81 \cdot 10^{-7}$
Astringencia al 0,04%	40	17	25	1.3485 a	3.2260 b	1.2417
Astringencia al 0,2%	40	17	25	3.8941 a	5.3 b	1.1866
Astringencia al 0,4%	40	17	25	5.7956 a	8.4550 b	1.9088

\* Es independiente de la concentración

Cuadro 5. Análisis de Varianza comparando entre mujeres a los SPc y los SP

Característica	Grados de libertad	Valor F	C.V	MSE
Astringencia	61	6.43*	58.93795	$5.09 \cdot 10^{-10}$
Umbral $\Delta$	19	0.65	62.39006	9.235761
Astringencia al 0,04%	19	5.75*	60.97089	$5.44 \cdot 10^{-10}$
Astringencia al 0,2%	19	2.84	0.232383	3.514672
Astringencia al 0,4%	19	3.22	44.48412	4.586419

$\Delta$  Es independiente de la concentración

(\*)  $p < 0.05$ ; (\*\*)  $p < 0.01$ ; (\*\*\*)  $p < 0.001$

Cuadro 6. Medias de las intensidades dadas por mujeres SPc y mujeres SP, con su respectivo LSD al 0.05% de significancia

Característica	Grados de Libertad	N		SPc	SP	LSD
		SPc	SP			
Astringencia	61	33	30	3.9455 a	5.8892 b	1.533
Umbral *	19	11	10	$3.435 \cdot 10^{-5}$ a	$4.259 \cdot 10^{-5}$ a	$2.13 \cdot 10^{-7}$
Astringencia al 0,04%	19	11	10	1.5455 a	3.5100 b	1.7145
Astringencia al 0,2%	19	11	10	4.0636 a	5.6400 a	1.9585
Astringencia al 0,4%	19	11	10	6.227 a	8.518 a	2.6734

\* Es independiente de la concentración

Cuadro 7. Análisis de Varianza comparando entre hombres SPc y hombres SP

Característica	Grados de Libertad	Valor F	C.V	MSE
Astringencia	61	7.05*	64.53751	9.781308
Umbral $\Delta$	19	4.57***	71.81934	$9.4 \cdot 10^{-30}$
Astringencia al 0,04%	19	4.10	85.49713	4.391948
Astringencia al 0,2%	19	3.65	34.75034	2.60843
Astringencia al 0,4%	19	4.91*	42.82103	10.14791

$\Delta$  Es independiente de la concentración

(\*)  $p < 0.05$ ; (\*\*)  $p < 0.01$ ; (\*\*\*)  $p < 0.001$

**Cuadro 8.** Medias de las intensidades dadas por hombres SPc y hombres SP con su respectivo LSD al 0.05% de significancia

Característica	Grados de libertad	n		SPc	SP	LSD
		SPc	SP			
Umbral en general	61	18	45	$6.53 \times 10^{-5}$ a	$3.365 \times 10^{-5}$ b	$1.65 \times 10^{-7}$
Astringencia	61	18	45	3.1917 a	5.5078 b	1.7441
Umbral *	19	6	15	$6.530 \times 10^{-5}$ a	$3.365 \times 10^{-5}$ b	$3.1 \times 10^{-6}$
Astringencia al 0,04%	19	6	15	0.988 a	3.037 a	2.1188
Astringencia al 0,2%	19	6	15	3.5833 a	5.0733 a	1.6329
Astringencia al 0,4%	19	6	15	5.004 a	8.413 b	3.2207

\*Es independiente de la concentración

### 9.3.2 Estatus de probador de PROP (Método Bartoshuk *et al.*, 1994).

**Cuadro 9.** Clasificación original de los panelistas que conformaron el estatus de probador del PROP

NP (n=20)	PM (n=20)	SP (n=20)
Jackie	Luis Fernando	Freddy
Carolina R	Jorge H	Moisés
Viviana	Manuel TA	Roberto
Evelyn	Neil	Jonathan
Raquel	RJ	Shang
Helen	Eduardo	Miguel Cuadra
Carolina	Michael	Sergio
Brenda	Luis Carlos	Esteban
Mayela	Pedro	Rubén
Nidia	Adolfo	Erick
Camacho	Nancy	Rebeca L
Alvaro	Vonnia	Angélica
Luis Prado	Laura R	Michelle
Miguel A	Yorleny	Gloriana
Gerardo	Sara Obando	Rosi
Manuel O	China	Bechy
Reyner	Samaria	Casla
Federico	Marta G	Verónica
Edward	Mileidy	Lea
Luis (LAB Q)	Massiel	Francini

**Cuadro 10.** Análisis de varianza de la intensidad de astringencia promedio percibida

	Grados de libertad	Valor F	MSE	Sumatoria de Cuadrados
<b>Estatus</b>	175	0.11	0.81082292	1.62
<b>Concentración</b>	175	59.90***	427.57540	855.1508

(\*) p<0.05, (\*\*) p<0.01, (\*\*\*) p<0.001

**Cuadro 11.** Prueba LSD comparando las medias de las intensidades de astringencia dadas por el estatus de probador del PROP (n=60)

	NP	PM	SP
<b>Intensidad de Astringencia</b>	5.7071 a	5.7954 a	5.5650 a

**Cuadro 12.** Prueba del LSD comparando las medias de las intensidades de sulfato de aluminio dadas por el estatus de probador del PROP (n=60)

	0.04%	0.2%	0.4%
<b>Intensidad de astringencia</b>	3.0046 a	5.7196 b	8.3433 c

**Cuadro 13.** Análisis de varianza para comparar la intensidad de astringencia percibida en cada concentración por todos los panelistas del estatus PROP.

	0.04%		0.2%		0.4%	
	Grados de libertad	Valor F	Grados de libertad	Valor F	Grados de libertad	Valor F
<b>Intensidad de astringencia</b>	57	0.43	57	0.85	57	0.02

(\*) <0.05, (\*\*) <0.01, (\*\*\*) <0.001

**Cuadro 14.** Medias de las intensidades dadas por ambos géneros de sulfato de aluminio para cada una de las tres concentraciones, con su respectivo LSD al 0.05% de significancia, 57 grados de libertad y un  $n=2$  (figura 15)

	Intensidad de Astringencia			LSD
	NP	PM	SP	
0.04%	3.1675 a	2.6763 a	3.17 a	1.2342
0.2%	5.6350 a	6.2325 a	5.2913 a	1.4613
0.4%	8.319 a	8.478 a	8.234 a	2.247

Nota: letras diferentes en filas representan diferencias significativas

**Cuadro 15.** Análisis de varianza de la intensidad de astringencia comparando las diferencias detectadas en cada uno de los grupos del estatus PROP

	NP		PM		SP	
	Grados de libertad	Valor F	Grados de libertad	Valor F	Grados de libertad	Valor F
Intensidad de astringencia	57	16.64***	57	23.26***	57	20.3***

(\*)  $p<0.05$ , (\*\*)  $p<0.01$ , (\*\*\*)  $p<0.001$

**Cuadro 16.** Medias de las intensidades de astringencia dadas por ambos géneros del estatus de probador del PROP, para comparar diferencias en la concentración, con su respectivo LSD al 0.05% de significancia, 57 grados de libertad y  $n=20$ .

	0.04%	0.2%	0.4%	LSD
NP	3.1675 a	5.6350 b	8.3188 c	1.7888
PM	2.6763 a	6.2325 b	8.4775 c	1.7177
SP	3.1700 a	5.2913 b	8.2338 c	1.5993

Nota: letras diferentes en filas representan diferencias significativas

**Cuadro 17.** Análisis de varianza del umbral de PROP y de la intensidad promedio de PROP, NaCl y sulfato de aluminio entre ambos géneros.

Géneros	Umbral PROP		PROP		NaCl		Sulfato de aluminio	
	F	GL	F	GL	F	GL	F	GL
	1.58	54	0.14	54	2.50	54	0.03	54

(\*)  $p<0.05$ , (\*\*)  $p<0.01$ , (\*\*\*)  $p<0.001$

**Cuadro 18.** Umbral de PROP y medias de la intensidad promedio de sulfato de aluminio, PROP y NaCl detectadas por cada uno de los géneros

	Femenino	Masculino
Umbral de PROP	0.00018608 a	0.00023546 a
PROP	7.9950 a	7.4867 a
NaCl	7.0042 a	6.2550 a
Sulfato de aluminio	9.0321 a	8.0354 a

Nota: En ningún caso se encontraron diferencias entre géneros

**Cuadro 19.** Análisis de varianza del umbral de PROP, la intensidad promedio de PROP, NaCl y sulfato de aluminio entre ambos géneros.

Estatus	Umbral PROP		PROP		NaCl		Sulfato de aluminio	
	F	GL	F	GL	F	GL	F	GL
	51.6***	54	30.31***	54	2.50	54	0.90	54

(\*)  $p < 0.05$ , (\*\*)  $p < 0.01$ , (\*\*\*)  $p < 0.001$

### 9.3.3 Estatus de probador de PROP (Método de intensidades acumuladas)

**Cuadro 20.** Clasificación nueva de los panelistas en el estatus PROP basada en el histograma de los acumulados de dos concentraciones de PROP

NP	PM	SP
Evelyn	Jackie (era NP)	Sara (era PM)
Raquel	Carolina R (era NP)	Samaria (era PM)
Helen	Viviana (era NP)	Marta G (era PM)
Carolina	Brenda (era NP)	Angélica
Mayela	Vonnia	Michelle
Nidia	China	Rosi
Nancy (era PM)	Mileidy	Casia
Laura R (era PM)	Massiel	Verónica
Yorleny (era PM)	Rebeca L (era SP)	Jorge H (era PM)
Camacho	Gloriana (era SP)	Manuel TA (era PM)
Alvaro	Bechy (era SP)	Eduardo (era PM)
Luis Prado	Lea (era SP)	Freddy
Miguel A	Francini (era SP)	Moisés
Gerardo	Neil	Shang
Manuel O	RJ	Miguel Cuadra
Reyner	Luis Carlos	Sergio
Federico	Pedro	Esteban
Edward	Roberto (era SP)	Erick
Luis (LAB Q)	Rubén (era SP)	
Luis Fernando (era PM)		
Michael (era PM)		
Adolfo (era PM)		
Jonathan (era SP)		

**Cuadro 21.** Análisis de varianza del umbral de PROP y de la sumatoria de la intensidad de 2 disoluciones de PROP, 2 de NaCl y 3 de sulfato de aluminio para comparar entre los grupos del estatus PROP.

Estatus	Umbral PROP		PROP		NaCl		Sulfato de aluminio	
	F	GL	F	GL	F	GL	F	GL
	17***	54	228.1***	56	0.97	56	0.45	56

(\*) p<0.05, (\*\*) p<0.01, (\*\*\*) p<0.001



**Cuadro 22.** Medias de la sumatoria de la intensidad de dos disoluciones de PROP, 2 de NaCl y 3 de Sulfato de aluminio para comparar entre cada uno de los grupos del estatus de probador del PROP (Figura 14, resultados)

	NP	PM	SP
PROP	7.1347826 a	16.0868421 b	25.5083333 c
NaCl	12.3880435 a	13.0263158 a	14.6180556 a
Sulfato de aluminio	15.9695652 a	18.4855263 a	16.9736111 a

Nota: Las diferencias significativas se aprecian horizontalmente

**Cuadro 23.** Análisis de varianza de las intensidades percibidas de sulfato de aluminio a cada concentración utilizada para comparar entre los nuevos grupos del estatus de probador del PROP

Estatus	Concentración de sulfato de aluminio					
	0.04%		0.2%		0.4%	
	F	GL	F	GL	F	GL
	2.01	56	0.34	56	0.08	56

(\*)  $p < 0.05$ , (\*\*)  $p < 0.01$ , (\*\*\*)  $p < 0.001$

**Cuadro 24.** Medias de las intensidades percibidas a cada concentración utilizada de sulfato de aluminio para comparar diferencias entre los nuevos grupos del estatus de probador del PROP

	Concentración de sulfato de aluminio		
	0.04	0.2	0.4
SP	3.17 a	5.2913 a	8.2338 a
PM	2.6763 a	6.2325 b	8.3188 a
NP	3.1675 a	5.635 b	8.4775 a

**Cuadro 25.** Análisis de varianza de las intensidades de NaCl a cada concentración utilizada para comparar entre los nuevos grupos del estatus de probador del PROP

Estatus	0.32M		1M	
	F	GL	F	GL
	2.82	56	1.82	56

(\*)  $p < 0.05$ , (\*\*)  $p < 0.01$ , (\*\*\*)  $p < 0.001$

**Cuadro 26.** Medias de las intensidades percibidas a cada concentración utilizada de NaCl para comparar diferencias entre los nuevos grupos del estatus de probador del PROP

	0.32M	1M
SP	3.7263 a	6.5413 a
PM	6.6688 b	9.5738 b
NP	5.1363 c	8.2588 b

#### 9.3.4 Agrupación de los panelistas por análisis de clusters

**Cuadro 27.** Análisis de varianza del umbral de PROP, la intensidad promedio de dos disoluciones de PROP, 2 de NaCl y 3 de Sulfato de aluminio para comparar entre cada uno de los clusters resultantes de la agrupación de panelistas por detección del NaCl.

	PROP		NaCl		Sulfato de aluminio	
	F	GL	F	GL	F	GL
Clusters de NaCl	15.13***	54	79.30***	54	3.96*	54

(\*) p<0.05, (\*\*) p<0.01, (\*\*\*) p<0.001

**Cuadro 28.** Umbral de PROP y medias de la intensidad promedio de dos disoluciones de PROP, 2 de NaCl y 3 de sulfato de aluminio para comparar entre cada uno de los clusters de NaCl

	Cluster 1	Cluster 2
Umbral de PROP	0.00020523 a	0.00022602 a
PROP	7.2656 a	9.0477 b
NaCl	5.3744 a	10.0813 b
Sulfato de aluminio	8.1716 a	9.5297 b

**Cuadro 29.** Análisis de varianza de las intensidades de NaCl a cada concentración utilizada para comparar entre los clusters de sal

	0.32M		1M	
	F	GL	F	GL
Estatus	107.22***	56	28.31***	56

(\*) p<0.05, (\*\*) p<0.01, (\*\*\*) p<0.001

**Cuadro 30.** Medias de las intensidades percibidas a cada concentración utilizada de NaCl para comparar diferencias entre los clusters de sal

	0.32M	1M
1	3.8449 a	6.9619 b
2	8.8406 a	11.3219 b

#### 9.4 Comparación entre las repeticiones realizadas de PROP y NaCl

**Cuadro 31.** Análisis de varianza para comparar las repeticiones realizadas por ambos sexos para soluciones de PROP al 0,0001 M y 0,00032 M y de NaCl al 0,32 M y 1M.

Fuente	Intensidad de PROP		Intensidad de NaCl	
	Grados de Libertad	Valor F	Grados de Libertad	Valor F
Estatus	2	82.21***	2	23.59***
Juez (estatus)	57	4.15***	57	2.98***
Repetición	1	0.18	1	0.05
Rep*Juez (estatus)	57	0.68	57	1.07

(\*)  $p < 0.05$ ; (\*\*)  $p < 0.01$ ; (\*\*\*)  $p < 0.001$

**Cuadro 32.** Medias de las intensidades dadas por todos los panelistas del promedio de dos disoluciones de PROP al 0,0001 M y 0,00032M y del promedio de dos disoluciones de NaCl al 0,32 M y 1 M, con su respectivo LSD al 0.05% de significancia.

Característica	Grados de libertad	N		Repetición 1 (R1)	Repetición 2 (R2)	LSD
		R1	R2			
Intensidad PROP	57	120	120	7.6208 a	7.8608 a	0.6621
Intensidad de NaCl	57	120	120	6.6896 a	6.5696 a	0.7458

**Cuadro 33.** Análisis de varianza para comparar las repeticiones realizadas por todos los panelistas para soluciones de PROP al 0,0001 M y 0,00032 M y de NaCl al 0,32 M y 1M.

Fuente	Intensidad percibida de PROP (C.V = 40.09)		Intensidad percibida de NaCl (C.V = 42.07)	
	SC (T III)	MSE	SC (T III)	MSE
Estatus	1584.03	792.02	367.15	183.6
Juez (estatus)	2276.97	39.95	1322.80	23.21
Repetición	1.73	1.73	0.37	0.37
Rep*Juez (estatus)	373.84	6.56	474.4	8.32

**Cuadro 34.** Análisis de varianza de la intensidad de 2 disoluciones de PROP al 0,0032M y 0,001M y dos de NaCl a 0,32M y 1M para comparar las diferencias existentes entre las repeticiones de cada una

	Grados de libertad	Valor F	MSE	Sumatoria de Cuadrados
PROP 0.0032M	1	0.07	1.66	1.66
PROP 0.001M	1	0.10	1.8	1.8
NaCl 0.32M	1	0.05	0.44	0.44
NaCl 1M	1	0.03	0.43	0.43

\* No hubo diferencias significativas entre ninguna de las repeticiones

**Cuadro 36.** Medias de la intensidad de soluciones de PROP al 0,0032M y 0,001M y de sal al 0,32M y 1M para comparar entre las repeticiones de los panelistas

	Repetición 1	Repetición 2
PROP 0.0032M	9.0875 a	9.3225 a
PROP 0.001M	6.1542 a	6.3992 a
Sal 0.32M	5.2375 a	5.1167 a
Sal 1M	8.1417 a	8.0225 a

**Cuadro 37.** Análisis de varianza mixto comparando las repeticiones realizadas por ambos sexos de soluciones de PROP al 0,0001 M y 0,00032 M y de NaCl al 0,32 M y 1M.

Fuente	Intensidad percibida de PROP		Intensidad percibida de NaCl	
	Grados de libertad	Valor F	Grados de libertad	Valor F
Estatus	57.19	19.93***	57.28	7.9479***
Juez (estatus)	57.19	6.0875***	57.12	2.7888***
Repetición	58.37	0.2622	57.87	0.0445
Rep*Juez (estatus)	122	0.6808	122	1.0695

(\*)  $p < 0.05$ ; (\*\*)  $p < 0.01$ ; (\*\*\*)  $p < 0.001$

**Cuadro 38.** Análisis de varianza mixto comparando las repeticiones realizadas por ambos sexos de soluciones de PROP al 0,0001 M y 0,00032 M y de NaCl al 0,32 M y 1M.

Fuente	Intensidad percibida de PROP		Intensidad percibida de NaCl	
	SC (T III)	MSE	SC (T III)	MSE
Estatus	792.017	39.73	183.5755	23.097
Juez (estatus)	39.95	6.56	23.207	8.3217
Repetición	1.726	6.58	0.37	8.3179
Rep*Juez (estatus)	6.5586	9.634	8.3222	7.7813

**Cuadro 39.** Medias de la intensidad promedio de PROP y NaCl detectadas por todos los panelistas en cada repetición realizada.

	Repetición 1	Repetición 2
Intensidad de PROP	7.6208 a	7.8608 a
Intensidad de NaCl	6.6896 a	6.5696 a

Nota: Las letras diferentes en forma horizontal representan diferencias significativas

El análisis de varianza mixto para comparar las dos repeticiones realizadas para dos disoluciones de PROP (0,0032M y 0,001M) en promedio y de dos disoluciones de NaCl (0,32M y 1M) en promedio, no mostró diferencias significativas. Lo mismo se encuentra al comparar las dos repeticiones para cada una de las concentraciones utilizados.

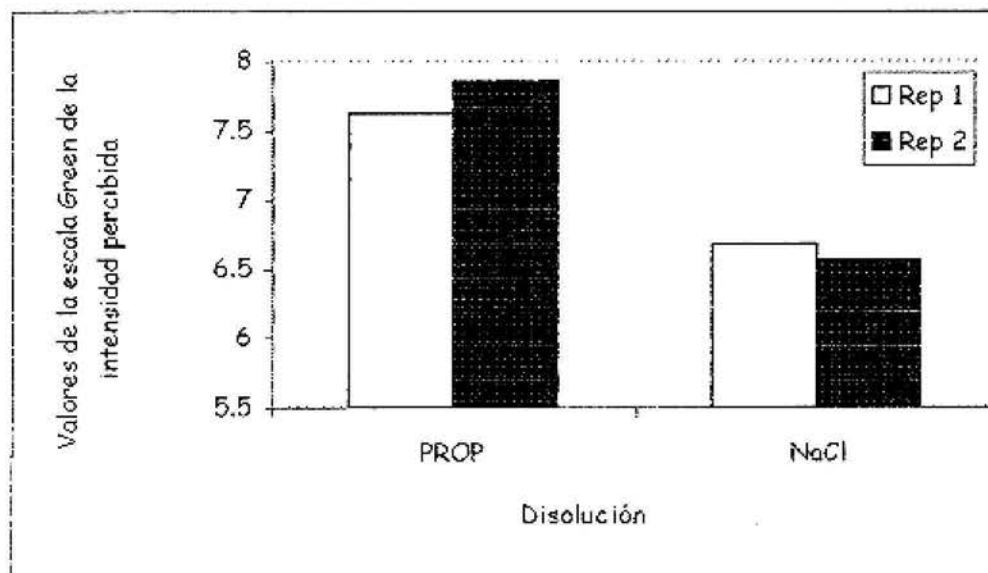


Figura 20. Comparación de la intensidad promedio de amargor o salado percibidas por el panelista entre la repetición 1 y la repetición 2 (n=60).

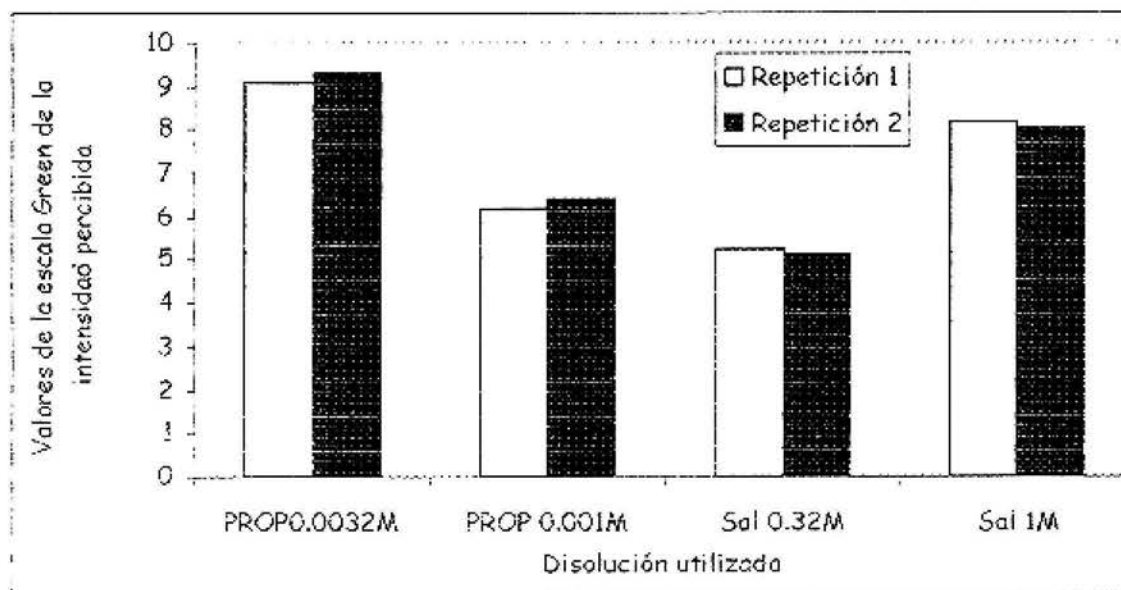


Figura 21. Comparación hecha entre la repetición 1 y la repetición 2 que realizó cada panelista para dos disoluciones de PROP al 0,0032M y 0,001M y dos disoluciones de NaCl al 0,32M y 1M (n=60).

## 9.5 Histogramas de los acumulados de NaCl y sulfato de aluminio

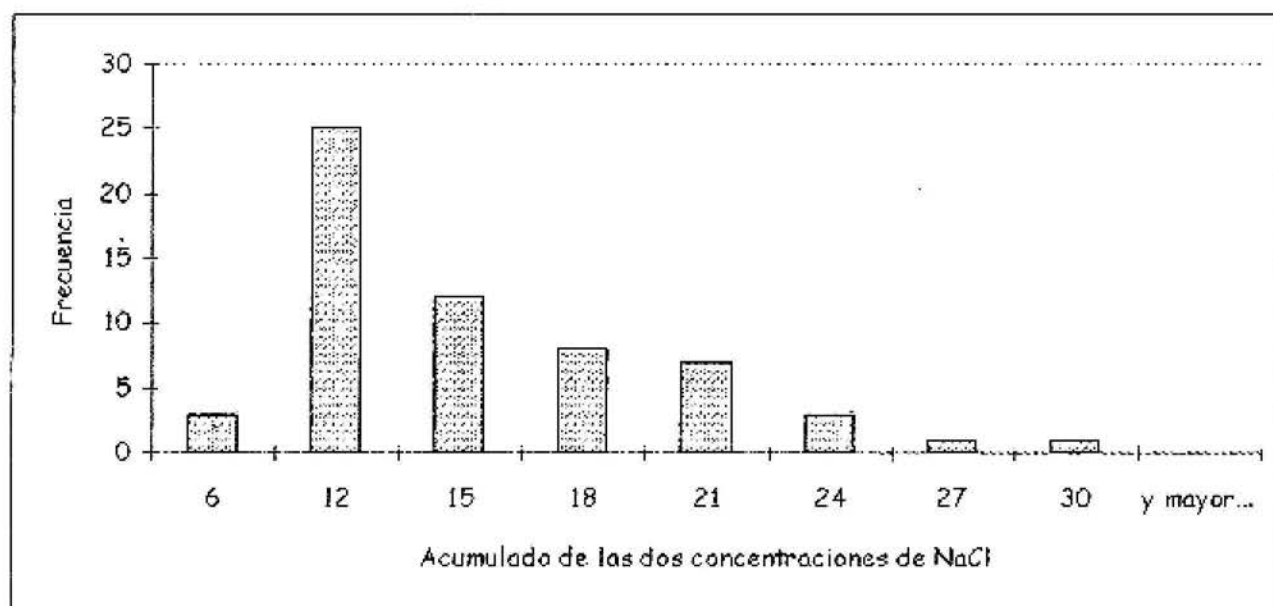


Figura 22. Histograma del acumulado de la intensidad percibida de dos disoluciones de NaCl (n=60)

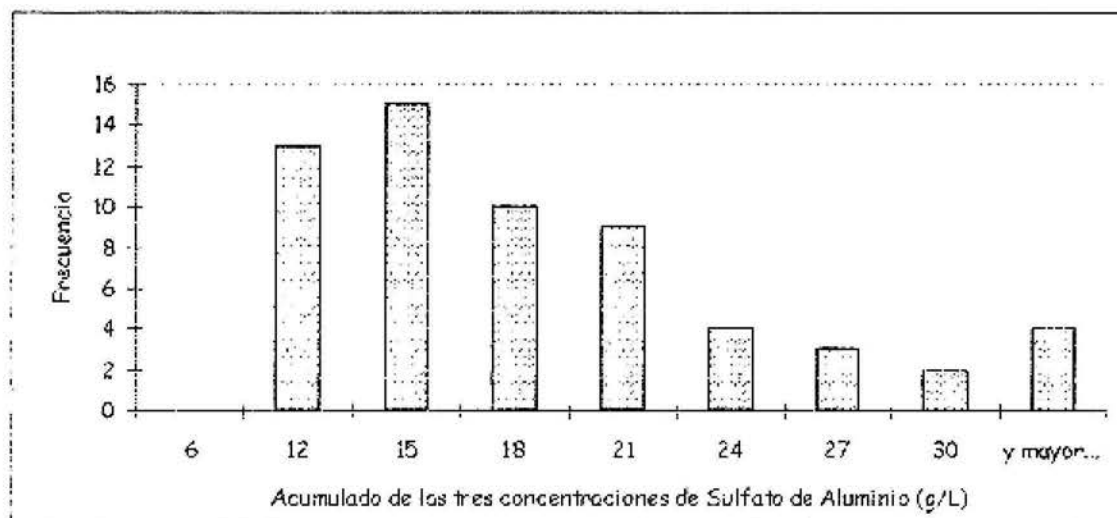


Figura 23. Histograma del acumulado de la intensidad percibida de tres disoluciones de sulfato de aluminio (n=60)

## 9.6 Lista de abreviaturas

PROP: 6-n-propiltiouracilo

NP: persona no probadora de PROP

PM: persona probadora media de PROP

SP: persona super probadora de PROP

SPc: persona super probadora de PROP que sufrió efecto de contexto

nT: tamaño de muestra total

n: tamaño de muestra

ANDEVAS: análisis de varianza

TI: en inglés "*time intensity*" (intensidad de tiempo)

PTC: feniltiocarbamida

NHDC: Neoespetidina dihidrochalcona

CV: Coeficiente de variación

F: valor F, separa la región de aceptación de la de rechazo

P: probabilidad

GL: grados de libertad

SC: suma de cuadrados

s.a: sulfato de aluminio