

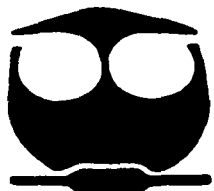


**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**DETERMINACION DE LA VIDA DE ANAQUEL DE  
UNA BOTANA.**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**QUIMICO DE ALIMENTOS**  
**P R E S E N T A :**  
**LUCIO CAMPOS RODRIGUEZ**



**MEXICO, D. F.**



**EXAMENES PROFESIONALES  
FACULTAD DE QUIMICA**

**2002**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**Paginación**

**Discontinua**

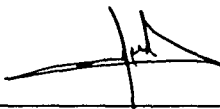
**Jurado Asignado:**

Presidente	Prof. Federico Galdeano Bienzobas
Vocal	Prof. María Victoria Coutiño Covarrubias
Secretario	Prof. Daniel Luis Pedrero Fuehrer
1 <sup>er</sup> . Suplente	Prof. René Julio de los Rios Campanella
2 <sup>o</sup> . Suplente	Prof. Carlos Manuel Shelly Álvarez-Tostado

**Sitio donde se desarrolló el tema:**

SABRITAS S. DE R.L. DE C.V.

**Asesor del tema:**



M en C. María Victoria Coutiño Covarrubias

**Sustentante**



Lucio Campos Rodríguez

**“El éxito no es hacer bien o muy bien las cosas para obtener el reconocimiento de los demás. No se trata de una opinión exterior sino de un estado interior. Es la armonía del alma y de sus emociones que necesita del amor, la familia, la amistad, la autenticidad, la integridad.”**

**Carlos Slim Helú.**

## **DEDICATORIAS**

A mis padres: **Elda y Lucio**, gracias por permitirme estar en este momento aquí, dejarme que me equivoque y siempre estar conmigo. Son la parte más importante de una familia maravillosa y un ejemplo para más de una generación; son la muestra de que el amor lo puede todo y mucho más.

### **A mis Hermanos:**

**Ismael**, gracias por apoyarme y ayudarme con tus recomendaciones. Pero, sobre todo, gracias por que aunque no lo esperaras siempre has sido el mejor ejemplo que he podido tener.

**Zaira**, si hubiese podido crear a la hermana perfecta nunca te hubiera superado. Gracias por ser la alegría y espontaneidad de la familia.

**Mayra**, he aprendido que hay que ser sensato y nunca perder el foco de lo que uno quiere. Gracias por estar siempre en el momento exacto y en el lugar correcto.

**Carlos**, no solo nos liga un lazo de sangre, sino un lazo mental. Gracias por ser esa parte de la familia que nos obliga a pensar que siempre nos va a ir bien y que las cosas las tenemos que hacer por que las sentimos con el corazón y en ocasiones no necesitan pasar por la mente. Pero sobre todo, gracias por ser una persona íntegra a si misma.

A mis cuñados: **Leonor y Aarón**, gracias por que siempre han sido parte de mi familia, me han apoyado y empujado a cada día dar más de mi. Son una parte muy importante de mi.

A mis sobrinos: **Elda, Zaira y Ricardo**, gracias por ser siempre lo que nos empuja a dejarles un mundo mejor y enseñarnos que este Universo está empezando

nuevamente con ustedes, que son una realidad que nos pisa los talones y que nos exige dar lo mejor de nosotros. Siempre den, pidan y esperen lo que los haga más felices.

A **Adriana**, eres lo mejor que le puede pasar a cualquier persona. Gracias por que estás conmigo, por apoyarme, exigirme y enseñarme que un esfuerzo no es una lucha sino el principio de algo cada vez mejor.

A **Vicky**, gracias por haberme dado un reto y enseñarme a no rechazarlo, seguir de frente y lograrlo.

A mis amigos (los que conocí, los que conozco y los que conoceré), son el principio de lo infinito, a todos ustedes que han hecho que ésto sea posible y que sé que estarán conmigo para disfrutar los siguientes triunfos. Gracias por dejarme contar siempre con ustedes en las buenas y en las mejores.

**INDICE GENERAL**

	<b>Páginas</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>2</b>
<b>3. OBJETIVO</b>	<b>3</b>
<b>4. ANTECEDENTES</b>	
<b>4.1 Botanas</b>	
4.1.1 Definición de botana de acuerdo con la NOM	4
4.1.2 Clasificación de los productos (Macro snack)	5
4.1.2.1 Productos de maíz	5
4.1.2.2 Productos de trigo blando	6
4.1.2.3 Productos de trigo duro	7
4.1.2.4 Cereales de desayuno	7
4.1.2.5 Frutos secos y nueces	8
4.1.2.6 Tubérculos	8
4.1.2.7 Listos para comer	8
4.1.3. Producción Nacional de Botanas de 1994 al 2001	9
<b>4.2 Vida de anaquel o vida útil</b>	
4.2.1 Definición de vida de anaquel	11
4.2.2 Factores que afectan la vida de anaquel	11
4.2.3 Influencia del agua en la vida de anaquel	14
4.3.4 Métodos para determinar la vida de anaquel	17
<b>4.3 Evaluación sensorial</b>	<b>21</b>
4.3.1 Los jueces	24
4.3.2 Estudios con consumidor	25
4.3.2.1 Presentación de muestras al consumidor	27
<b>4.4 Análisis estadístico</b>	<b>28</b>



4.4.1	Análisis de frecuencia	29
4.4.2	Análisis de varianza: ANDEVA	29
4.4.2.1	Comparaciones múltiples	30
4.4.3	Análisis de regresión	31
<b>5.</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	
5.1	Características del producto evaluado	32
5.2	Condiciones de estudio	32
5.3	Estudio con consumidor	34
5.3.1	Condiciones del estudio con consumidor	34
5.4	Análisis estadístico	36
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS</b>	
6.1	Resultados fisicoquímicos	37
6.2	Distribución sociodemográfica	37
6.3	Calificaciones hedónicas	38
6.4	Análisis de varianza por atributos para la población total	38
6.5	Análisis por atributos para la población total	39
6.6	Análisis por atributos para la población diferenciada por edades	48
6.7	Análisis por atributos para la población diferenciada por sexo	52
<b>7.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>53</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>56</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXO</b>	
Anexo 1		58
Anexo 2		62
Anexo 3		73
<b>10.</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>76</b>

<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>Páginas</b>
<b>Tabla 1.</b> Clasificación de los cambios perjudiciales que ocurren en los alimentos	12
<b>Tabla 2.</b> Factores que afectan la vida de anaquel de los alimentos	14
<b>Tabla 3.</b> Relación entre medidas físicas, fisiológicas y sensoriales	23
<b>Tabla 4.</b> Características demográficas de los consumidores	34
<b>Tabla 5.</b> Atributos analizados por el consumidor y escalas utilizadas	34
<b>Tabla 6.</b> Esquema de aleatorización de las muestras y claves utilizadas para cada muestra	35

<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>Páginas</b>
<b>Figura 1.</b> Isotermas de adsorción y desorción de los alimentos	17
<b>Figura 2.</b> Representación gráfica de la vida útil	19

<b>INDICE DE CUADROS</b>	<b>Páginas</b>
<b>Cuadro 1.</b> Parámetros fisicoquímicos de las muestras cada dos semanas	37
<b>Cuadro 2.</b> Distribución por frecuencias de la población en el estudio con consumidor	37
<b>Cuadro 3.</b> Calificación hedónica promedio por atributo	38
<b>Cuadro 4.</b> Análisis de varianza por atributo	39
<b>Cuadro 5.</b> Resultados de correlación entre datos de humedad y de $a_w$ con respecto a la calificación hedónica, $n=120$ .	46

<b>INDICE DE GRAFICAS</b>	<b>Páginas</b>
<b>Gráfica I.</b> Producción Nacional de Botanas (1994-2001): Volumen	10
<b>Gráfica II.</b> Producción Nacional de Botanas (1994-2001): Valor	10
<b>Gráfica 1.</b> Calificaciones hedónicas por atributo de percepción visual	40
<b>Gráfica 2.</b> Calificaciones hedónicas por atributo de sensación	40
<b>Gráfica 3.</b> Calificaciones hedónicas por atributo de sabor	41
<b>Gráfica 4.</b> Regresión lineal para el nivel de agrado general con respecto a las semanas de almacenamiento	42
<b>Gráfica 5.</b> Regresión lineal para el nivel de agrado de la apariencia con respecto a las semanas de almacenamiento	42
<b>Gráfica 6.</b> Regresión lineal para el nivel de agrado de la textura con respecto a las semanas de almacenamiento	43
<b>Gráfica 7.</b> Regresión lineal para el nivel de agrado de la dureza con respecto a las semanas de almacenamiento	43
<b>Gráfica 8.</b> Regresión lineal para el nivel de agrado de lo crujiente con respecto a las semanas de almacenamiento	44
<b>Gráfica 9.</b> Regresión lineal para el nivel de agrado del sabor con respecto a las semanas de almacenamiento	44
<b>Gráfica 10.</b> Regresión lineal para el nivel de agrado del resabio con respecto a las semanas de almacenamiento	45

<b>Gráfica 11.</b> Correlación entre calificaciones hedónicas para el gusto dureza y el porcentaje de humedad en la botana almacenada durante 10 semanas (n=120).	47
<b>Gráfica 12.</b> Correlación entre calificaciones hedónicas para el gusto textura y el porcentaje de humedad en la botana almacenada durante 10 semanas.	47
<b>Gráfica 13.</b> Correlación entre calificaciones hedónicas para el gusto crujiente y la actividad acuosa en la botana almacenada durante 10 semanas (n=120)	48
<b>Gráfica 14.</b> Calificaciones hedónicas por semanas de evaluación para el nivel de agrado general dadas por los consumidores segmentados por edades (n=120)	48
<b>Gráfica 15.</b> Calificaciones hedónicas por semanas de evaluación para el nivel de agrado de la apariencia dadas por los consumidores segmentados por edades (n=120).	49
<b>Gráfica 16.</b> Calificaciones hedónicas por semanas de evaluación para el nivel de agrado de la textura dadas por los consumidores segmentados por edades (n=120)	49
<b>Gráfica 17.</b> Calificaciones hedónicas por semanas de evaluación para el nivel de agrado de la dureza dadas por los consumidores segmentados por edades (n=120)	50
<b>Gráfica 18.</b> Calificaciones hedónicas por semanas de evaluación para el nivel de agrado de lo crujiente dadas por los consumidores segmentados por edades (n=120)	50
<b>Gráfica 19.</b> Calificaciones hedónicas por semanas de evaluación para el nivel de agrado del sabor dadas por los consumidores segmentados por edades (n=120)	51
<b>Gráfica 20.</b> Calificaciones hedónicas por semanas de evaluación para el nivel de agrado del resabio dadas por los consumidores segmentados por edades (n=120)	51

<b>Gráfica 21.</b> Calificaciones hedónicas por atributo para cada semana de evaluación dadas por consumidores hombres (n=60)	<b>52</b>
<b>Gráfica 22.</b> Calificaciones hedónicas por atributo para cada semana de evaluación dadas por consumidores hombres (n=60)	<b>52</b>

## **1. INTRODUCCION**

Los alimentos son perecederos por naturaleza. Numerosos cambios toman lugar durante su procesamiento y almacenamiento, por lo que es bueno saber en qué condiciones y durante cuánto tiempo se debe almacenar un alimento para conservar sus cualidades, por que cuando una o más de estas cualidades cambian el alimento se vuelve inaceptable para su consumo y se dice que termina la vida de anaquel del producto. (1)

En el presente proyecto nos enfocaremos principalmente al grupo de botanas saladas en las cuales las materias primas comúnmente utilizadas son las papas, otros materiales frescos o deshidratados, cereales (maíz, trigo, arroz, etc.) y nueces, no obstante, de la importancia de estas materias primas en los productos finales, lo que más afecta su vida de anaquel es el aceite usado, el cual es empleado para el freído y como acarreador del condimento para las botanas y en algunos casos también afecta la alta actividad acuosa del relleno o de los saborizantes utilizados.

En general las botanas son consumidas principalmente por placer debido a la enorme variedad de texturas y sabores que podemos encontrar, por lo que se debe planear y conducir estudios sensoriales de aceptabilidad del consumidor como una parte muy importante para determinar la vida de anaquel de la botana.

Una práctica comúnmente empleada para evaluar la vida de anaquel de un alimento es determinar los cambios en ciertas características durante cierto período. El consumidor puede dejar de desear comprar un producto cuando una o varias de las características más importantes cambiaron o desaparecieron, pero también puede pasar que aparezcan otros atributos que son indeseables. Por lo tanto en este estudio se busca estimar el tiempo durante el cual el producto tenga una alta calidad, es decir que tenga inalteradas todas o la mayoría de sus características deseables. (1)

## 2. JUSTIFICACIÓN

Al desarrollar un producto, se quiere que sea lo mayormente aceptado por el consumidor, para que garantizemos su éxito en el mercado y por lo tanto se tenga un importante ingreso gracias a su venta, pero un factor que debemos tener muy presente es por cuanto tiempo este producto va a permanecer con sus características de diseño mientras espera a ser consumido y esta en el anaquel; ya que este tiempo es el que nos va a definir su permanencia en el lugar de venta y la ventaja competitiva sobre otros productos.

Por lo anterior, se vuelve importante una acertada evaluación de la vida de anaquel, en el caso de las botanas esta determinación se vuelve más crítica, debido a que estos productos se consumen principalmente para cubrir un antojo y se espera de ellos que tengan las mismas características siempre que se va a consumir sin importar el lugar, época o situación en la que se adquiera.

Para el productor, se vuelve crítico el entregar un producto que pueda permanecer con sus características iguales al primer día de fabricación y hasta el momento de su venta, entonces es importante generar nuevos empaques que ofrezcan una mayor protección al producto y se desarrollan métodos para determinación de vida de anaquel que sean representativos de la opinión del consumidor, que si se logran correlacionar con resultados analíticos puedan predecir la opinión del consumidor durante el transcurso del tiempo de almacenamiento del producto.

El presente trabajo ofrece una metodología con la cual determinar la vida de anaquel de una botana, basandose en la opinión sensorial del consumidor y relacionandola con resultados analíticos, y así nos permita garantizar que el producto va a tener la mejor aceptación durante el tiempo que permanezca en exposición para su venta.

### **3. OBJETIVO**

- **Determinar el tiempo en que una botana mantiene sus características intrínsecas como el primer día de producción, mediante una prueba de vida de anaquel, monitoreando variables sensoriales y fisicoquímicas.**



## 4. ANTECEDENTES

### 4.1 Botanas

#### 4.1.1 Definición de botana

De acuerdo con PROYNOM-000-SSA1-2001 se refiere a las botanas como a los productos elaborados a partir de pasta de harinas de cereales, leguminosas, tubérculos o féculas; semillas con o sin cáscara o cutícula, granos y frutos sanos y limpios e ingredientes de origen animal que pueden estar fritos, horneados, explotados, cubiertos, extruidos, tostados o tostados adicionados de sal, otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos (2).

En los países Norte Americanos, Latino Americanos y Europeos las botanas están categorizadas como "snack foods".

La forma de definir "snack foods" es diciendo que son alimentos que se comen precisamente en el momento de ser desempaquetados "listos para comer"

Tal definición incluiría a las galletas ya sean dulces o saladas, el pan, los cereales de desayuno los pasteles y los pastelillos, los frutos secos y todo tipo de nueces, e incluso cierto tipo de golosinas (3).

Un claro ejemplo de botanas son productos como papas fritas y algunos extruidos que pertenecen a un grupo de alimentos altamente competitivo e innovador y "estables en el anaquel" (6-12 semanas) estos productos son pre-empacados y se ofrecen en una gran variedad de establecimientos como supermercados, tiendas y puestos, pero también dentro de este grupo de alimentos hay que incluir ahora todos aquellos platillos preparados, como sopas, tacos, sandwiches y algunos pastelillos que son "listos para comer" y que entran dentro del grupo de "snack foods" (1).

### **4.1.2 Clasificación de los productos (Macrosnack)**

La demanda de los productos "listos para comer" ha ido en continuo crecimiento, debido a que el ritmo de vida en las grandes ciudades es cada vez más rápido. Hoy en día las industrias ofrecen a los consumidores nuevas alternativas que satisfagan la necesidad de alimentarse de manera rápida y económica. Por esta razón existen en el mercado muchos productos que originalmente no estaban destinados para su consumo inmediato, como son sopas, cereales, guisados, etc.

Las botanas las podemos dividir en los siguientes grupos dependiendo del tipo de materias primas utilizadas y el proceso asociado con su manufactura.

#### **4.1.2.1. Productos de Maíz**

Las palomitas de maíz, se obtienen a partir de granos de maíz reventado por efecto del calor. Durante la explosión el volumen del maíz aumenta hasta 30 veces, ya que la humedad del grano se vaporiza y por tanto expande el grano. A este producto se le puede dar un sabor diferente al natural con grasa y sal, caramelo, queso y muchos otros saborizantes.

Los "Corn-nuts" se obtienen con un maíz específico que tiene granos blancos, grandes y opaco. Estos se atemperan, se frien en grasa y se salan.

Los "Corn-curls" (rizos de maíz), se obtienen a partir de harina de maíz y con un extrusor-cocedor se consigue su expansión, el producto no se expande después de la cocción, sino que se enfría y se corta en pequeñas piezas las cuales se expanden posteriormente por fritura o con aire caliente.

Cuando el maíz se calienta con agua e hidróxido de calcio (0.5-1.0%) a una temperatura de aproximadamente 82 °C y se mantiene por debajo del punto de ebullición por tiempo relativamente corto (aproximadamente 1 hora), y que es sometido a un reposo, se produce el Nixtamal, una vez molido este maíz, el producto resultante cocido en húmedo se conoce como "masa".

La masa es el material básico para producir varios artículos, se comprime para formar una torta redonda y plana que cocida es la Tortilla. Friendo la Tortilla atemperada con exceso de grasa, se pueden obtener otro tipo de "corn chips", así como "taco-shells". El atemperado, consiste en dejar que la tortilla se endurezca bajo condiciones que no permitan que se seque y que la humedad se equilibre en su interior. La tendencia industrial reciente es producir diferentes formas en lugar de la tradicional y aplicar diferentes saborizantes en su superficie (3).

#### **4.1.3.2 Productos de trigo blando**

Dentro de este grupo se encuentran las galletas dulces, que son productos elaborados a partir de harina de trigo blando, ricas en azúcar, con una porción considerable de grasa y con un nivel de agua muy bajo que no permite la gelificación del almidón, además se caracterizan por que se esponjan con agentes químicos como el bicarbonato de sodio o bicarbonato de amonio. Se emplean diversos saborizantes, frutos secos y nueces, se mezclan con cereales, se cubren o rellenan con mermeladas y se elaboran en varias formas, de acuerdo a la creatividad de los fabricantes.

A partir de trigo blando, se elaboran también las galletas saladas, que a diferencia de las dulces, carecen de azúcar o tienen muy poca, y la cantidad de grasa es mínima. En ocasiones se emplean condimentos como ajo, cebolla, orégano, para darle características diferentes y que ofrezcan una ventaja competitiva sobre el resto, actualmente existe en el mercado una gran variedad de este tipo de productos.

Las obleas son otro producto elaborado con trigo blando, casi sin azúcar y grasa, se incluyen dentro de este grupo los conos para helado y obleas rellenas con dulce (4).

#### **4.1.2.3 Productos de trigo duro**

En este grupo se encuentran principalmente los panes, hojaldrados, pastelillos y pasteles esponjados con levadura o agentes leudantes químicos o mezcla de ambos. La creatividad no ha tenido límites para la elaboración de este tipo de productos, los nuevos materiales de empaque han permitido que la vida de anaquel de estos productos sea cada vez mayor, aun cuando sus niveles de grasa y humedad sean elevados (5).

#### **4.1.2.4 Cereales para desayuno**

Es importante mencionar que los cereales para desayuno estaban destinados exclusivamente para esta actividad, desayuno, pero recientemente se han empaquetado de manera individual o por raciones y por tanto se han incluido en los productos categorizados como "listos para comer".

Los copos de maíz son obtenidos a partir de la molturación seca del maíz para separar el germen y el salvado, durante el proceso generalmente, se parte el endospermo en dos piezas. Estos trozos es el material de partida para la fabricación de los copos de maíz. Se cuecen, se desecan, se laminan, se tuestan, se enfrían y se rocían con sustancias de azúcares, minerales y vitaminas. También se elaboran copos de trigo y arroz cuya fabricación es muy similar.

Los cereales granulados "grape-nuts" se obtienen con una masa de harina de trigo que se fermenta, se desmenuza y se tuesta, una vez fría se adicionan soluciones de azúcares y saborizantes.

Para la fabricación de cereales esponjados se aplica repentinamente calor a presión atmosférica, vaporizando el agua antes de que tenga tiempo de difundirse al exterior de la pieza. La vaporización interna expande o hincha el producto, generalmente se utilizan granos de arroz, maíz y trigo, los cuales se saborizan y recientemente se asperjan con vitaminas y minerales (6).

#### **4.1.2.5. Frutos secos y nueces**

Las nueces de castilla, de cáscara de papel, de la india, de macadamia, los pistaches, los cacahuates, las castañas, las semillas de calabaza, las avellanas, las almendras y una gran variedad de semillas que deshidratadas, tostadas, asadas, fritas, saladas, y/o caramelizadas; al igual que los frutos deshidratados ya sean naturales, salados, dulces o enchilados, constituyen dentro del mercado una fuente importante de productos "listos para comer" (3).

#### **4.1.2.6. Tubérculos**

Las papas peladas, cortadas, moldeadas y posteriormente deshidratadas y sometidas a un proceso de freído, representan la porción más alta del negocio de botanas.

Los "Pellets", preformados o parcialmente cocidos derivados de papa, harina de papa y/o otros cereales son freídos a altas temperaturas (del orden de 200°C) por un período corto (10-15 segundos) dando expansión, y textura ligera.

Los extruidos horneados de harinas cereales y harina de papa mezcladas (Cereal / Papa); son productos moldeados en altas presiones y temperaturas, que dan a la masa una alta expansión, la cual después pasa por un secado es recubierta con una mezcla de aceite y condimentos. Una gran cantidad de productos entran en esta categoría, los cuales tienen formas, texturas y sabores muy diferentes (1).

#### **4.1.2.7. Listos para comer**

Dentro de este grupo podemos involucrar a todos los alimentos, que anteriormente no estaban considerados dentro del grupo de botanas, pero que ahora entran en el de "macro snacks" y son platillos preparados, empacados y que requieran de una hidratación, calentamiento y/o freído para tener un alimento que sea práctico de consumirse y que llene una necesidad de manera rápida y fácil.

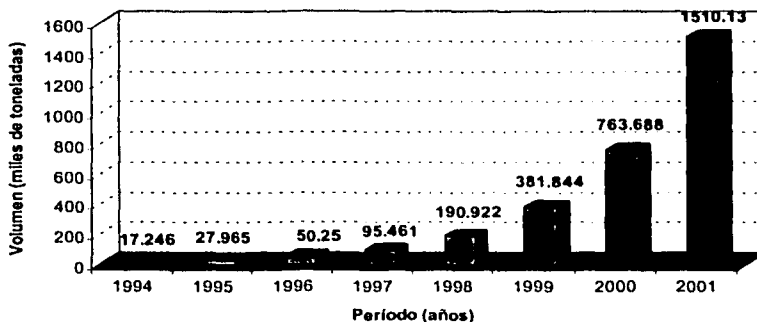
Dentro de este grupo tendríamos las sopas y arroz instantáneo, "burritas", sandwiches, verduras congeladas y una gran variedad productos.

#### **4.1.3 Producción Nacional de botanas de 1994 al 2001**

En las **gráficas I y II** se representa la producción nacional de botanas en volumen (toneladas) y en valor (miles de pesos), respectivamente, del período de 1994 al 2001, estas gráficas incluyen productos salados como son: chicharrones de harina de trigo, papas fritas, productos inflados, cacahuates en todas sus variedades, totopos, churritos, y otras frituras de maíz (7).

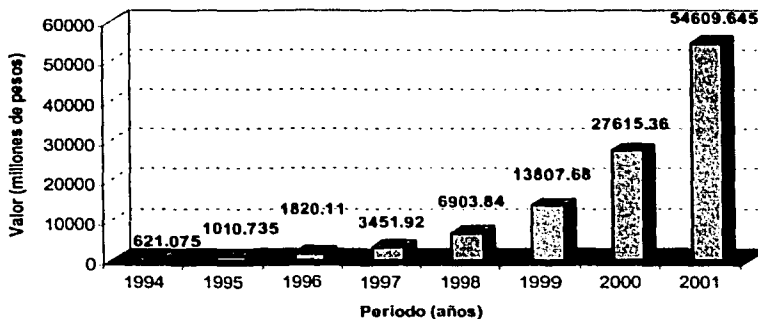
Estas gráficas demuestran que el crecimiento de este tipo de productos, va en constante desarrollo y que se sigue elevando de manera tangible, por lo que podemos decir que cada vez la competencia va siendo mayor por la gran variedad de productos que se pueden encontrar en el mercado y gracias a esto los consumidores se vuelven más críticos para hacer su elección al momento de comprar o adquirir cierto producto, por lo que se deben presentar opciones que se enfoquen más al gusto del consumidor.

**Gráfica I. Producción Nacional de Botanas (1994-2001)**



Fuente: INEGI. Encuesta industrial mensual

**Gráfica II. Producción Nacional de Botanas (1994-2001).**



Fuente: INEGI. Encuesta industrial mensual

## **4.2 Vida de anaquel o vida útil**

### **4.2.1 Definición de vida de anaquel**

Vida de anaquel, la podemos definir como el tiempo que pasa entre la producción y empaquetado del producto y el punto en el cual bajo ciertas condiciones ambientales esté se vuelve inaceptable (1).

### **4.2.2 Factores que afectan la vida de anaquel**

Los alimentos son expuestos, durante su almacenamiento y distribución, a amplios rangos de condiciones ambientales, las cuales pueden ser la temperatura, la humedad, el oxígeno, la luz; dichos factores provocan severos mecanismos de reacción en los alimentos que los hacen indeseables para el consumidor. Los cambios químicos, físicos y microbiológicos son las principales causas del deterioro de los alimentos.

Ciertos cambios físicos de los alimentos son causados por la manipulación que tienen durante su cosecha, procesamiento y distribución; estos cambios causan la reducción de su vida de anaquel. Dichos cambios son, por ejemplo, el golpear los alimentos durante o después de la cosecha, el quebrar los productos como botanas durante su distribución, etc. Los vegetales, por ejemplo, si se colocan en lugares con atmósferas de baja humedad se marchitan, por lo que pierden su apariencia fresca.

Los alimentos deshidratados si se almacenan en atmósferas de alta humedad se humedecen o pueden dar la apariencia de estar mojados y en el caso de las botanas se elimina el atributo crujiente. La fluctuación de la temperatura puede ser causante de la cristalización de los helados, algo que es indeseable para la textura que busca el consumidor; o pueden dar la apariencia de alimentos quemados por frío. También por fluctuación de la temperatura se puede causar la pérdida de cualidades de apariencia por la cristalización o fundición de grasas y azúcares en algunos dulces (1).



La **Tabla 1** muestra algunos de los atributos de calidad de los alimentos y ciertos cambios perjudiciales que pueden experimentar.

Los atributos principales son textura, color, sabor y valor nutritivo. Los cambios que ocurren, salvo los que afectan el valor nutritivo, son fácilmente evidenciables por el consumidor (8).

**Tabla 1. Clasificación de los cambios perjudiciales que ocurren en los alimentos.**

Atributo	Cambio
<b>Textura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de solubilidad</li> <li>• Pérdida de capacidad de retención de agua</li> <li>• Ablandamiento</li> <li>• Endurecimiento</li> </ul>
<b>Sabor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de rancidez</li> <li>• Olor a cocinado o a caramelo</li> <li>• Otros olores extraños</li> </ul>
<b>Color</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oscurecimiento</li> <li>• Pérdida del color original</li> <li>• Desarrollo de otros colores extraños</li> </ul>
<b>Valor Nutritivo</b>	Pérdida o degradación de <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitaminas</li> <li>• Minerales</li> <li>• Proteínas</li> <li>• Lípidos</li> </ul>

Fuente: Fennema, O. R., "Química de los Alimentos". Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1993

Los cambios químicos producidos en los alimentos, son los más drásticos y reducen su vida de anaquel, están asociados principalmente con acción enzimática, reacciones oxidativas, particularmente la oxidación de lípidos que contienen los alimentos y oscurecimiento no-enzimático que causa cambios indeseables en la apariencia de los alimentos (1).

Muchas reacciones químicas y bioquímicas determinan el deterioro de la calidad del alimento o rebajan su inocuidad (8).

Los cambios químicos indeseables son por ejemplo, la presencia de ácidos grasos insaturados que pueden causar la rancidez de algunos alimentos o la acción de las enzimas en condiciones favorables de temperatura que pueden causar cambios en las características sensoriales.

Las reacciones de oscurecimiento no-enzimático, también llamadas reacciones de Maillard, son causadas por la interacción de aminoácidos con azúcares reductores, teniendo como consecuencia la reducción de la calidad y contenido nutricional de muchos alimentos (1).

A continuación se enlistan algunas de las reacciones más importantes.

- Pardeamiento no enzimático
- Pardeamiento enzimático
- Hidrólisis lipídica
- Oxidación lipídica
- Desnaturalización proteica
- Entrecruzamiento proteico
- Hidrólisis de oligo y polisacáridos
- Hidrólisis proteica
- Síntesis de polisacáridos
- Degradación de pigmentos específicos naturales
- Cambios glicolíticos

Se debe tener presente que, en cada reacción pueden estar implicados distintos reaccionantes o sustratos, dependiendo del alimento específico y de las condiciones particulares de manufactura y almacenamiento (8).

Los cambios microbiológicos se deben a malas condiciones de almacenamiento y manejo de los alimentos. Regularmente las frutas y verduras en estado natural tienen buena protección contra los microorganismos, pero al ser cortados de la planta pierden estas defensas y si se le suma un mal almacenamiento, se crea un ambiente ideal para su desarrollo. Algunos microorganismos que se desarrollan en los alimentos son patógenos y entre los

principales están *Escheria coli*, *Aspergillus flavus*, *Clostridium botulinum* y *Estaphylococcus aureus*, los cuales presentan riesgo potencial a la salud humana por su alta toxicidad (1).

En general, los factores que afectan la vida de anaquel de los alimentos se muestran en la siguiente tabla. Todos estos factores afectan directamente la vida de anaquel y se debe poner especial atención en ellos (**Tabla 2**).

**Tabla 2. Factores que afectan la vida de anaquel de los alimentos**

Intrínsecos	Extrínsecos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materias Primas</li> <li>• Formulación del producto y composición</li> <li>• Método de preparación</li> <li>• Valor de Aw</li> <li>• Valor de pH y acidez</li> <li>• Disponibilidad de oxígeno y potencial redox</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesamiento</li> <li>• Higiene</li> <li>• Materiales y sistemas de empaque</li> <li>• Almacenamiento, distribución y forma de exhibición para la venta.</li> </ul>

Fuente: Man C. M. D.; Jones A. A.. "Shelf life evaluation of foods". Ed. Chapman & Hall New York, 1994.

#### 4.2.3 Influencia del agua en la vida de anaquel

El secado, el concentrado y el almacenamiento a baja temperatura se encuentran dentro de los procesos más antiguos para conservar los alimentos cuyo contenido acuoso es elevado. Los procesos de concentración y deshidratación se emplean primariamente con el objeto de reducir el contenido de agua, incrementando simultáneamente la concentración de solutos y disminuyendo de éste modo su alterabilidad (9, 10).

La tecnología de alimentos moderna se ha dirigido por ello a la optimización de éstos procesos. Un producto debe secarse, concentrarse, y/o refrigerarse solo hasta el punto en que durante un periodo determinado se garantice una cierta

calidad. Por ello es necesario conocer la influencia del agua en la vida útil con el fin de escoger las condiciones necesarias (9).

Los factores fisicoquímicos a considerar dentro de este proyecto son el contenido de humedad y la actividad acuosa, por que se considera que existe una relación entre el contenido de agua de los alimentos y su alterabilidad. Del agua contenida en un alimento dependen las propiedades reológicas y de textura de éste, pero también es responsable en gran medida de las reacciones químicas, enzimáticas y microbiológicas, que son las tres principales causas de deterioro de un producto.

El contenido de agua en un alimento se presenta libre y ligada; la primera sería la única disponible para el crecimiento de los microorganismos o para intervenir en las transformaciones hidrolíticas, químicas o enzimáticas y la segunda está unida a la superficie sólida y no puede intervenir en éstos procesos. Es decir, bajo este esquema solo una parte del agua es capaz de propiciar cambios (11).

En 1952 WJ Scott llegó a la conclusión de que la vida útil de los alimentos no dependía del contenido acuoso, sino de la "actividad acuosa", misma que representa el grado de interacción del agua con los demás constituyentes, o la porción que está disponible en el producto para sustentar las reacciones ya mencionadas. Con base a este valor se puede predecir la estabilidad de un alimento.

La actividad acuosa se define como:

$$a_w = P / P_o = \text{HRE} / 100$$

$P$  = Presión parcial de vapor de agua en un alimento a temperatura  $T$

$P_o$  = Presión de vapor de saturación del agua pura a la misma temperatura  $T$

HRE = Humedad relativa en equilibrio a la misma temperatura  $T$  (9, 10, 11).

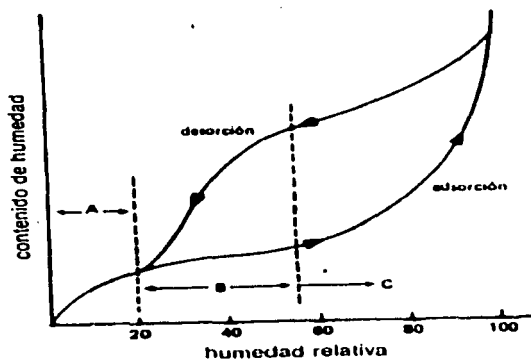
La actividad de agua es una propiedad intrínseca del producto y se relaciona con el contenido de humedad por medio de las curvas o isotermas de adsorción y desorción, por esta razón es muy importante no confundir la actividad acuosa y el contenido de agua, ya que la relación no es lineal.

Para explicar lo anterior, considérese un material orgánico hidratado y almacenado a una temperatura constante en una cámara cerrada; al cabo de algún tiempo la presión de vapor correspondiente provocará que haya transferencia de moléculas de agua y la cámara adquirirá una humedad relativa constante que estará en equilibrio con el contenido de agua del material; es decir no hay movimiento de humedad en ningún sentido.

Dicha humedad estará en función del grado de interacción de los solutos con el agua libre y se refleja en la facilidad de ésta para escapar del alimento. En este experimento se tendría un par de valores, la humedad relativa y el contenido de agua a una temperatura determinada; si esto se repite varias veces con diferentes contenidos de humedad y se elabora una gráfica con los resultados que se obtienen de esta relación, se observaría la isoterma de desorción (deshidratación del sólido).

Por lo contrario, si ahora se parte de un producto seco y se somete a atmósferas de humedad relativa elevadas, se observará una transferencia de masa del gas al sólido, hasta llegar a un equilibrio; al repetir este experimento con diferentes humedades, se tendrán series de valores que al graficarlos crean la isoterma de adsorción (hidratación del sólido) (**Figura 1**) (11).

Al analizar esta figura, se puede apreciar que para un contenido de humedad constante la actividad acuosa es menor durante la desorción que en la adsorción o que para una  $a_w$  determinada, la humedad es mayor en el secado que en la hidratación. Se observa también que estos procesos opuestos no son reversibles por un camino común, fenómeno que recibe el nombre de histéresis.

**Figura 1.** Isotermas de adsorción y desorción de los alimentos

### 2.2.4 Métodos para determinar la vida de anaquel

Para determinar la vida de anaquel o vida útil de los productos existen básicamente dos procedimientos generales. El primero de ellos es suponer que determinamos principios de cinética química los cuales son aplicables en lo que refiere a la dependencia de la temperatura, tales como la ecuación de Arrhenius.

$$k = k_0 e^{-E_A/RT}$$

Donde  $k$  es la constante de velocidad,  $k_0$  es la constante pre-exponencial,  $E_A$  es la energía de activación en kilojulios por mol,  $R$  es la constante de los gases y  $T$  la temperatura absoluta en grados Kelvin. Tanto  $k_0$  y  $E_A$  son dependientes de la actividad de agua ( $a_w$ ) y por tanto debe mantenerse constante.

La clave de la base de la cinética química es que ciertos principios se cumplen con carácter general, tales como que **la pérdida de la calidad de la**

mayoría de los alimentos se ajusta a la reducción de una característica deseable, ( $-dA / d\theta = k (A)^n$ ) o al aumento de una característica no deseable, ( $+dB / d\theta = k (B)^n$ ), en las que  $dA / d\theta$  ó  $dB / d\theta$  es el cambio cuantitativo de A ó B con el tiempo, (A) ó (B) es la cantidad medida de la característica a cualquier tiempo, k es la constante de velocidad en unidades apropiadas y n es el orden de reacción, generalmente 0, 1 ó 2.

Para obtener una representación gráfica lineal se requiere de coordenadas lineales, semilogarítmicas ( $\log A$  ó  $\log B$ ) o inversas ( $1/A$  ó  $1/B$ ), dependiendo del orden de reacción es 0, 1, 2, respectivamente.

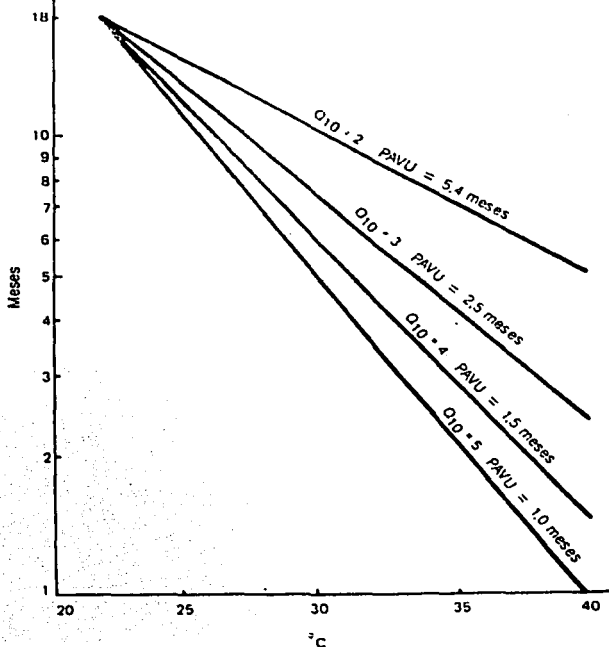
Conociendo el orden, se puede extrapolar el valor de A ó B, a los valores que alcanzarán las características al término de su vida útil.

Básicamente las etapas de las pruebas de vida útil, para estudiar la pérdida de la calidad de los alimentos, son las siguientes.

- Determinar la seguridad microbiológica y los parámetros de calidad de la formulación y procesos propuestos.
- Determinar mediante análisis de ingredientes y del proceso cuales son las reacciones químicas probables, responsables principales de la pérdida de la calidad
- Seleccionar el empaquetado a utilizar en la prueba de vida útil.
- Seleccionar las temperaturas de almacenamiento
- Usando la representación gráfica de la vida útil (**Figura 2**) y conociendo la vida útil deseada a la temperatura de distribución media, se puede determinar cuánto tiempo deberá mantenerse el producto a cada una de las temperaturas de ensayo. Si no se dispone de información sobre el valor de vida útil probable entonces es necesario más de dos temperaturas
- Decidir qué pruebas se utilizarán y con qué frecuencia deberán realizarse a cada temperatura.

- Representar gráficamente los datos a medida que se van obteniendo para determinar el orden y la frecuencia de ensayos para definir si debe aumentarse o reducirse.
- A partir de cada situación de almacenamiento determinar  $k$  ó  $\theta$ , hacer la representación gráfica de vida útil y determinar la vida útil potencial en la situación de almacenamiento deseada (final o definitiva).

Figura 2. Representación gráfica de la vida útil





Académicamente es frecuente hacer esta comprobación, pero en la industria no lo es debido a la premura de tiempo por lo que es más práctico y común emplear el segundo método, en el cual se elige una situación desfavorable y aislada a la que se somete el alimento. Se realizan ensayos durante un periodo determinado y, generalmente por métodos sensoriales se extrapolan los resultados a las condiciones de almacenamiento normal (12). Con ayuda de jueces entrenados se miden texturas, apariencias, sabores, etc. (1).

Las determinaciones fisicoquímicas como son la humedad, la actividad acuosa ( $a_w$ ), el color, la acidez, el pH, etc., nos apoyan sobre el conocimiento real de la vida de anaquel de un producto (1)

En el caso de las botanas, lo que se emplea son varios factores para saber su tiempo de vida de anaquel, esto es debido a la naturaleza de sus componentes y características del producto.

- Evaluación química
- Evaluación física
- Evaluación sensorial

En algunas ocasiones, puede ser necesario investigar la vida de anaquel de los productos, en un tiempo menor al que tienen de vida de anaquel real. Para estos casos, lo que se usa es una **vida de anaquel acelerada**, sin embargo debemos tener en cuenta que al acelerar las reacciones en los alimentos, sus cambios o la degradación de algunos de sus compuestos no necesariamente va a ser igual a que si estuvieran almacenados en condiciones normales durante tiempos más largos.

Siempre que se use una vida de anaquel acelerada, se debe tomar con reservas su resultado y comparar contra un estudio a temperatura y condiciones ambientales de almacenamiento real o normales para el producto.

Por ejemplo, almacenamientos a temperaturas de 30-33°C pueden dar cambios 2 ó 3 veces más rápidos, principalmente en cambios de sabor. Almacenamientos de 35-40°C pueden generar cambios hasta 4 veces más rápidamente de lo normal, en aceites y separaciones acuosas y facilitan la disolución del estaño en cierto tipo de latas. Almacenamientos a más de 55°C por

períodos de 4 a 6 semanas se pueden usar para ver la vida de anaquel de salmueras y salsas, que son productos estables durante períodos muy largos a condiciones ambientales normales de venta y consumo.

Otras técnicas para acelerar la vida de anaquel es someter el producto a ciclos de temperaturas de 0°C y condiciones de temperaturas y humedad controladas, esto crea regularmente separaciones en las fases de emulsiones de algunos productos y características de textura. Los productos que sean estables después de someterse a más de 30 ciclos de este tipo son regularmente estables por más de 2 años en condiciones normales.

También se puede usar el oxígeno como factor para crear condiciones de vida de anaquel acelerada, principalmente en productos con una alta permeabilidad, como son plásticos. Para evitar el efecto del oxígeno se puede usar una atmósfera de Nitrógeno.

En otros casos, lo que se puede usar, para favorecer la separación de emulsiones es someter el producto a movimientos constantes.

En productos congelados, se han usado temperaturas más altas a la congelación, con lo que se provoca cristalización y cambios en la textura del producto (1).

### **4.3 Evaluación sensorial**

La definición más comúnmente utilizada, es una preparada para la División de Evaluación Sensorial del Institute of Food Technologist en 1975, que dice lo siguiente:

“La evaluación sensorial es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones a ciertas características de los alimentos y materiales tal cual son percibidas por los sentidos del olfato, gusto, vista, oído y tacto” (13).

Bajo este concepto se comprende la preparación, realización y valoración de las pruebas sensoriales, con la ayuda de los sentidos se captan las propiedades perceptibles de los productos, para a continuación obtener una impresión objetiva a partir de los juicios emitidos por las personas que realizan las

pruebas. Además de la comparación objetiva (analítica) existe una segunda clase de prueba sensorial (prueba subjetiva o hedónica) en la que únicamente se pregunta sobre el criterio afectivo que merece la muestra desde el punto de vista particular de un consumidor (1).

Esta disciplina es capaz de determinar si los productos se perciben como diferentes, uno del otro y especifica las bases de la diferencia; además la evaluación sensorial puede identificar las características del producto que son importantes para la aceptación del consumidor. A continuación se establecen las funciones en las que participa directa o indirectamente la evaluación sensorial dentro de un negocio (13).

- Desarrollo de nuevos productos
- Reformulación de productos / reducción de costos
- Monitoreo de la competencia
- Control de calidad
- Aseguramiento de calidad
- Especificaciones sensoriales de producto
- Especificaciones de materias primas
- Vida de anaquel
- Relaciones entre resultados sensoriales / de proceso / ingredientes / analíticos
- Desarrollo de "claims" o mensajes informativos

Un alimento carece en sí de propiedades sensoriales, únicamente cuenta con propiedades físicas y químicas que en la prueba sensorial se transforman en impresiones sensoriales. Esto se puede explicar de la siguiente manera los estímulos físicos y químicos obtenidos de la muestra en estudio impresionan los receptores existentes en nuestros órganos sensoriales. Para ello, los estímulos deben tener una determinada intensidad a la vez que su tiempo de actuación debe ser lo suficientemente largo, entonces los estímulos captados se transforman, en los órganos de los sentidos, en excitaciones que como impulsos

nerviosos se transmiten hasta el correspondiente centro del cerebro y de allí por último se transforman en sensaciones conscientes.

La comparación de estas sensaciones percibidas a través de los sentidos con las correspondientes impresiones de las muestras en estudio ancladas en la memoria, hacen que exista una identificación de las diversas impresiones sensoriales y por último su valoración (14).

A continuación se enlista la relación entre el estímulo físico recibido, el sistema sensorial transductor y las sensaciones humanas (15). (Tabla 3)

**Tabla 3. Relación entre medidas físicas, fisiológicas y sensoriales**

<b>Estímulo físico (medio estimulante)</b>	<b>Sistema sensorial (Transductor)</b>	<b>Sensación humana</b>
Energía radiante	Visual	Apariencia, color
Vibración, tonalidad	Auditivo	Sonido
Temperatura	Térmico	Caliente, frío
Viscosidad	Táctil	Espeso, viscoso
Densidad	Cinéstetico Táctil	Pesado, ligero
Cizallamiento	Táctil	Resistente, duro, blando
Contenido de humedad	Táctil, térmico	Seco, mojado, húmedo
Superficie áspera	Táctil	Áspero, abrasivo, dolor
Químicos irritantes	Terminaciones nerviosas libres	Pungente, picante, dolor
Acidez total	Gustativo, táctil	Ácido, agrio, dolor
Compuesto hidrosoluble	Gustativo	Sabor
Compuesto en fase vapor	Olfativo	Olor

Fuente: Pedrero D.; Pangborn, R. M. "Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos". Ed. Alhambra. 1989

### 4.3.1 Los jueces

El factor más importante del análisis sensorial es el hombre, el cual es un instrumento de medida del cual se utiliza su capacidad de diferenciación, su léxico para describir las impresiones percibidas y su correcta utilización de las escalas de valoración aunque todos estos son factores susceptibles de aprendizaje (14).

Las personas que se utilizan en la evaluación sensorial como instrumento se pueden clasificar en:

- Juez analítico, para evaluar diferencias, intensidades y cualidades de las muestras.
- Consumidor, para evaluar aceptación, preferencia o nivel de agrado.

El juez analítico es aquel individuo que ha sido seleccionado entre un grupo de candidatos por demostrar una sensibilidad sensorial específica, deseada para un estudio. La persona que actúe como juez analítico debe recibir un entrenamiento acerca del método que seguirá para efectuar su evaluación y sobre las características de importancia del producto que se evaluará.

La persona que participa como consumidor debe ser, una persona que frecuentemente adquiera o consuma el producto en estudio; y comunicará al investigador su punto de vista con respecto a:

- Su aceptación o rechazo de una o varias muestras, o
- El orden de su preferencia al confrontar varias muestras, o
- El nivel de agrado de las muestras que se le presenten.

Debido a que las respuestas son acordes con puntos de vista personales, es de esperarse que la variación entre los consumidores sea muy amplia. Por ello este tipo de pruebas demanda un gran número de participantes, para que dicha variación se haga constante y aparezcan las diferencias más importantes del producto sujeto a estudio (15).

### 4.3.2 Estudio con consumidor

Mediante el empleo de las pruebas afectivas se evalúa la respuesta personal (preferencia o aceptación) a el concepto de un producto o a los atributos específicos de algún producto, por el grupo de consumidores conocido o potencial de este producto.

Se le llama afectiva porque es una prueba donde utilizando un número representativo de consumidores medimos el grado o asignamos un valor a la preferencia y gusto por algún atributo. El tipo de pruebas que se usa para las pruebas afectivas son de preferencia, intensidad, "como a mi me gusta" y hedónicas.

Las pruebas de preferencia solo nos sirven para elegir entre dos o más muestras, cuál es la de mayor agrado. La prueba de intensidad se usa cuando queremos saber características particulares de la muestra. La prueba de "como a mi me gusta" nos sirve para identificar áreas de oportunidad en un producto sobre atributos especiales que se encuentran en ella. En las pruebas hedónicas indicamos qué tanto le gusta o disgusta una muestra, ya sea en general o definiendo algún atributo sensorial en particular. La escala hedónica se constituye por nueve puntos que van de "me gusta muchísimo" a "me disgusta muchísimo" pasando por la indiferencia "ni me disgusta ni me gusta". (13).

Las pruebas con consumidor se usan cuando queremos obtener conclusiones acerca de un determinado segmento de la población.

Los estudios con consumidor son comúnmente empleados para:

- Dar "mantenimiento" a un producto
- Mejorar u optimizar un producto
- Desarrollar un nuevo producto
- Identificar un mercado potencial
- Determinar el deterioro de un producto

La muestra de la población que participe en un estudio son usuarios o usuarios potenciales del producto y representativos del segmento de la población al que esta dirigido el producto.

Las pruebas con consumidor las podemos catalogar de acuerdo a donde se realizan por ejemplo:

- **Prueba en punto de afluencia [Central location test (CLT)].**

Se seleccionan a consumidores potenciales del producto, el control que se tiene en este tipo de prueba sobre el consumidor es muy poco, al menos que se necesiten condiciones especiales, se recomienda probar un máximo de 5 a 6 muestras por consumidor, se tiene la ventaja de que se utiliza un gran número de sujetos (mínimo 60) y que se pueden preseleccionar según el tipo de producto a evaluar, por lo que se estarían manejando resultados de posibles consumidores del producto evaluado. El inconveniente es que los resultados requieren de un cierto tiempo para ser analizados y es una prueba muy cara, aunque se tiene la ventaja como ya hablamos mencionado que en este tipo de prueba estamos seleccionando a las personas que entran en el segmento que especificamos como potenciales consumidor de nuestro producto, esto es escogiéndolos de acuerdo a su edad, sexo, nivel socioeconómico y frecuencia de consumo de cierto alimento.

- **Prueba de uso en casa [Home use test (HUT)].** En este caso se usan condiciones normales de consumo, del producto, para el consumidor, es representativa de la población a la que va dirigida el producto, es una prueba controlada, se requiere un mínimo de 50 consumidores por evaluación, pero si los consumidores están acostumbrados a pruebas de tipo sensorial, se pueden utilizar menos, regularmente no se recomienda evaluar más de dos productos a la vez ya que se podría confundir a los sujetos si se evalúan más, este tipo de pruebas nos da una primera idea de cómo va a ser el comportamiento del producto en condiciones normales de consumo, esta prueba suele

ser muy cara por la cantidad de muestra que se tiene que manejar y por lo específico de las personas que se seleccionan para realizarla, se debe ser muy claro con el tipo de instrucciones que se pongan en el cuestionario que se entrega a cada consumidor o familia. (13, 16).

#### **4.3.2.1 Presentación de muestras al consumidor**

Para el caso de las muestras que no necesariamente se pueden probar todas por cada uno de los consumidores, se realiza un tipo de evaluación a la que se llama diseño balanceado de bloques incompletos que se refiere a que cuando las comparaciones entre todos los tratamientos tienen la misma importancia, éstas deben elegirse de manera que ocurran en forma balanceada dentro de cada bloque. Esto significa que cualquier par de tratamientos ocurren juntos el mismo número de veces que cualquier otro par. Por lo tanto, en un diseño balanceado (o equilibrado) por bloques incompletos cualquier par de tratamientos ocurren juntos el mismo número de veces (17).

En los casos en que el consumidor no prueba todas las muestras que se evaluarán se representa el número de muestras que evaluará cada consumidor seguida por una "x" mayúscula y del número de muestras totales, por ejemplo, 3X6, quiere decir que cada consumidor evaluará 3 muestras de 6 totales.

Cuando se utiliza el concepto de prueba monádica secuencial, se refiere a que el consumidor evaluará cada muestra individualmente de una serie que probará, por ejemplo si el consumidor tiene que evaluar 3 muestras a, b y c tendrá que evaluar primero la muestra "a", cuando termine de evaluarla se le retirará y seguirá con la muestra "b" y así sucesivamente.

Hay varios esquemas para definir el nivel socio económico (NSE), sin embargo el más completo es en base a una regla de asignación 13X6, que incluye las siguientes preguntas:

- Nivel educativo del jefe de familia.
- No. De habitaciones o cuartos de la casa (sin contar baños, pasillos, zotehuelas, etc.)



- No. De baños completos para el uso exclusivo de los habitantes del hogar.
- Si tienen o no calentador de agua (boiler).
- No. De focos.
- Piso de tierra, cemento o algún otro material (se considera el predominante).
- No. De automóviles (no taxis).
- Si cuentan con aspiradora, lavadora (lave y enjuague automáticamente), microondas, tostador, video casetera y computadora. Todos estos equipos deben funcionar para considerar que si lo tienen.

De estos elementos se hace un árbol de asignación para definir el NSE, por ejemplo:

Si no tiene baño, pero si piso de cemento, y el jefe de familia estudio secundaria completa, el NSE es D. En este ejemplo son pocos los factores considerados, pero hay casos donde intervienen más.

#### **4.4 Análisis estadístico**

El análisis estadístico que emplea el análisis sensorial consiste en tres herramientas básicas, una que es el análisis de frecuencias el que se emplea en aquellos datos como edad, sexo, nivel socioeconómico y preferencia.

La siguiente herramienta es el análisis de varianza el cual se utiliza para determinar la diferencia entre las medias de las calificaciones dadas a las muestras analizadas.

Otro tipo de análisis es la regresión lineal la cual se obtiene con las medias de las calificaciones dadas a las muestras por el consumidor, para este estudio se realizó la regresión lineal entre los datos de las semanas de estudio contra las calificaciones hedónicas, con esto se esperaba obtener una fórmula que nos

definiera las semanas que tendría de vida de anaquel sensorial el producto analizado.

A continuación se explica en que consiste y cual es el fundamento de cada una de estas herramientas estadísticas que se emplean en el presente estudio (18, 19, 20).

#### **4.4.1 Análisis de frecuencia**

Este tipo de análisis se utiliza para agrupar una serie de datos, por grupos o intervalos que nosotros mismos podemos definir, con esto se puede resumir la información obtenida y puede ayudar para después hacer representaciones gráficas de estos valores, ya sea en histogramas de rectángulos, o gráficas lineales o simplemente con porcentajes para cada intervalo que nosotros podemos definir.

Se construyen tablas donde para representar las frecuencias relativas de cada intervalo o grupo que se forme o determinar la frecuencia acumulada, sumando cada uno de los grupos o intervalos (21).

#### **4.4.2 Análisis de varianza: ANDEVA**

Con el análisis de varianza se determina cuando hay diferencia significativa entre los valores, o intervalos de tiempo medios de los tratamientos o muestras. Para el caso de nuestra investigación, los tratamientos son, por ejemplo, las semanas de evaluación de la botana.

Una vez que se han detectado diferencias por un ANDEVA entre, por ejemplo, cinco tratamientos, parecería trivial escoger el tratamiento que tiene la media más grande. Por ejemplo, podríamos obtener las medias de muestra,  $y_1$ ,  $y_2$ ,  $y_3$  y compararlas estableciendo un intervalo de confianza de  $(1-\alpha)$  100% para la diferencia entre cada par de medias de tratamiento. Sin embargo, hay un problema asociado a este proceder: Un intervalo de confianza para  $\mu_1 - \mu_2$  con su

correspondiente valor de  $\alpha$  sólo es válido cuando los dos tratamientos a comparar (i y j) se seleccionan antes de realizar el experimento.

Una vez que se han visto los datos, no es posible utilizar un intervalo de confianza para comparar los tratamientos con las medias de muestra más grande y más pequeña porque siempre están más separadas, en promedio, que cualquier par de tratamientos seleccionados al azar. Además, si construimos una serie de intervalos de confianza, cada uno con una probabilidad  $\alpha$  de indicar una diferencia entre un par de medias, cuando en realidad no existe diferencia alguna, el riesgo de cometer al menos un error Tipo I (concluir que existe una diferencia entre medias de tratamiento cuando en realidad son semejantes) en una serie de inferencias será mayor que el valor de  $\alpha$  especificado para un solo intervalo.

#### 4.4.2.1. Comparaciones múltiples

Hay varios procedimientos para comparar y ordenar un grupo de medias de tratamiento. Un método muy utilizado, conocido como **método de Tukey**, utiliza el intervalo studentizado.

$$q = \frac{Y_{m\acute{a}x.} - Y_{m\acute{i}n.}}{s/\sqrt{n}}$$

(donde  $Y_{m\acute{a}x.}$  - y  $Y_{m\acute{i}n.}$  son las medias de la muestra más grande y más pequeña, respectivamente) para determinar si la diferencia entre cualquier par de medias de muestra implica una diferencia en las medias de tratamiento correspondientes. El fundamento lógico de este **procedimiento de múltiples comparaciones** es que si determinamos un valor crítico para la diferencia entre las medias de tratamiento correspondientes el procedimiento de Tukey (1949) selecciona esta distancia crítica,  $\omega$ , de modo tal que la probabilidad de cometer uno o más errores Tipo I (concluir que existe una diferencia entre dos medias de tratamiento cuando en realidad son idénticas) es  $\alpha$ . Por tanto, el riesgo de cometer un error Tipo I se aplica a todo el procedimiento, es decir, a las

comparaciones de todos los pares de medias del experimento, no solo a una comparación (18, 19, 20, 22).

#### **4.4.3 Análisis de regresión**

El principio de esta prueba es el método de los mínimos cuadrados donde se busca definir la ecuación que disminuya al mínimo la suma de los cuadrados de las desviaciones. En la interpretación gráfica de este método lo que se hace es representar las medias de los datos en una gráfica de dispersión y luego se inserta una línea recta que muestre las desviaciones verticales en cada punto, la suma de cuadrados de estas desviaciones debe ser reducida al mínimo por la elección adecuada de la línea recta. (18, 19, 20).

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1. Características del producto evaluado**

Para evaluar la vida de anaquel, se elaboró una botana de tipo extruida basándose en harina de trigo y maíz, así como salvado de trigo, avena, azúcar y suero de leche, este producto fue empacado en material metalizado, en bolsas de 40 gramos y se tomó cada bolsa como una pieza, la cual se entregó así al consumidor para su evaluación, se prepararon 500 de estas bolsas, ya que para el estudio con consumidor se requirieron 360 bolsas y las 140 restantes se ocuparon para realizar los análisis fisicoquímicos, después de cada muestreo.

El producto utilizado como referencia es el que se tomó al inicio de la vida de anaquel y se conservó en cámaras de congelación a una temperatura de  $-21^{\circ}\text{C}$  y 0 a 4 % Humedad Relativa (HR) para evitar que el producto siguiera sufriendo deterioro durante el tiempo del estudio.

### **5.2. Condiciones de estudio**

El estudio se llevó a cabo de la siguiente forma:

**Estrés Ambiental:** Esta fase duró 10 semanas y se pretendió simular las condiciones reales de almacenamiento del producto en bodegas y anaquel para así obtener el producto final que se mandó a valorar con consumidor y al cual se le realizaron análisis fisicoquímicos, estas condiciones de estrés ambiental fueron controladas a  $30^{\circ}\text{C}$  y 80 % de Humedad Relativa (HR) en la oscuridad durante las dos primeras semanas, con esto se simularon las condiciones de almacenamiento en una bodega antes de su distribución y  $25^{\circ}\text{C}$  y 50 % HR con iluminación durante las 8 semanas restantes, esto es para tener el producto como en el anaquel de cualquier lugar de venta.

Tomando en cuenta que las botanas que actualmente están en el mercado la mayoría tienen una vida de anaquel de 6 a 12 semanas, por lo tanto, se determinó hacer los muestreos cada 2 semanas, durante un período de 10 semanas.

Los tiempos de muestreo fueron:

- Control o Tiempo 0 (arranque del estudio)
- Semana 2
- Semana 4
- Semana 6
- Semana 8
- Semana 10

Cada dos semanas que se realizaron los muestreos se determinó el contenido de humedad por termobalanza y la Actividad acuosa ( $a_w$ ), el producto restante se envió a condiciones de congelación hasta que se cumplieron las 10 semanas de estudio y entonces se tomó todo el producto que estuvo almacenado en estas condiciones para realizar la prueba con consumidor, para después correlacionarlo con los resultados fisicoquímicos, estas fueron consideradas variables respuesta (valores que fueron determinados después de cada muestreo para observar el comportamiento del producto).

Con este estudio se pretendió evaluar el grado de deterioro a través de la diferencia en la aceptabilidad por parte del consumidor, para ello el producto que se fue guardando en congelación después de los muestreos se descongeló durante 12 horas antes de que se llevase a campo, para la realización de la prueba.

### 5.3. Estudio con consumidor

En el estudio sensorial realizado se corrió una prueba afectiva monádica secuencial con un diseño de prueba de bloques incompletos balanceado de 3X6, con las siguientes características demográficas (**Tabla 4**).

**Tabla 4. Características demográficas de los consumidores**

Edad		Genero	Nivel socioeconómico
8-12	25%	Masculino 50%	C: 50%
13-15	25%		
16-18	25%	Femenino 50%	D: 50%
19-25	25%		

El cuestionario se estructuró con las siguientes preguntas (**Tabla 5**).

**Tabla 5. Atributos analizados por el consumidor y escalas utilizadas**

Atributo	Tipo de escala	Escala
1 General	Aceptabilidad	9 Puntos
2 Textura	Aceptabilidad	9 Puntos
3 Dureza	Aceptabilidad	9 Puntos
4 Crujiente	Aceptabilidad	9 Puntos
5 Sabor	Aceptabilidad	9 Puntos
6 Resabio	Aceptabilidad	9 Puntos

El cuestionario presentado a los consumidores se encuentra en el anexo 1.

#### 5.3.1. Condiciones del estudio con consumidor

Para este tipo de prueba (CLT), se acondicionó un lugar donde el consumidor pudiera evaluar las muestras, aislado de aquellas condiciones que le pudieran sesgar el resultado, se le presentó a cada consumidor 3 muestras que previamente ya se le habían seleccionando de acuerdo a la tabla de aleatorización (**Tabla 6**).

**Tabla 6. Esquema de aleatorización de las muestras y claves utilizadas para cada muestra.**

Entrevistados	Repetición	Primera posición	Segunda posición	Tercera posición
1	1	126	667	682
2	2	126	667	783
3	3	126	965	112
4	4	126	965	783
5	5	126	112	682
6	6	667	965	112
7	7	667	965	682
8	8	667	112	783
9	9	965	682	783
10	10	112	682	783

**Claves utilizadas para cada muestra.**

Clave	Muestra
126	Referencia
667	Semana 2
965	Semana 4
112	Semana 6
682	Semana 8
783	Semana 10

Se entrevistaron a 120 consumidores, por lo que se repite esta rotación 12 veces y se obtuvieron 60 evaluaciones por cada una de las 6 muestras en estudio.

Durante la prueba el entrevistador le fue indicando las instrucciones que se marcan en el cuestionario que esta en el anexo 1 y se le dio un tiempo de reposo de 3 a 5 minutos entre muestra y muestra.

Al final de las entrevistas se recopiló la información y se realizó el vaciado de datos, para entonces comenzar con el análisis estadístico.



## 5.4 Análisis estadístico

Se realizó una base de datos en excel® con las calificaciones hedónicas de los consumidores, para a partir de aquí, se trabajó en el programa SPSS® y se realizó el análisis de frecuencias y el ANDEVA de una vía con un nivel de significancia del 10% ( $\alpha=0.10$ ).

El análisis de frecuencia lo utilizamos para representar las características sociodemográficas de los entrevistados, que en este caso fueron principalmente, edad, sexo y nivel socioeconómico y también se usa para representar gráficamente las calificaciones hedónicas por atributo durante cada semana que fue evaluado el producto.

Con los resultados del ANDEVA vamos a saber si el consumidor esta percibiendo como diferente el producto en los atributos sensoriales que estamos evaluando conforme pasan las semanas de estudio, una vez realizado el ANDEVA se corrió el método de comparaciones múltiples de Tukey para determinar entre que medias de los tratamientos existe diferencia significativa y así ver cual es o son los atributos que cambiaron y disminuyeron la calificación hedónica del consumidor.

Después de realizados estos análisis, se realiza la regresión lineal para cada uno de los atributos sensoriales que se evaluaron según el cuestionario que se aplico al consumidor, esta regresión lineal se realizó en el programa MINITAB el cual además nos dice la ecuación que define mejor cada una de las rectas obtenidas, aquella regresión lineal que obtuvo el mejor factor de correlación es la que se tomara para definir cual es la vida de anaquel de nuestro producto, despejando la variable semanas de la ecuación obtenida para ese atributo y sustituyendo el valor mínimo esperado de calificación hedónica que se esperaría.

El valor mínimo de calificación hedónica esperado, se obtendrá de restar 0.5 al valor máximo promedio dado por el consumidor para ese atributo, el cual debe ser la calificación dada a la referencia.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Resultados fisicoquímicos

Los resultados fisicoquímicos obtenidos del análisis de las muestras, que se realizaron cada dos semanas, se representan en el **Cuadro 1** en este caso los análisis son porcentaje de humedad y determinación de  $a_w$ .

**Cuadro 1. Parámetros fisicoquímicos de las muestras cada dos semanas.**

Semana	% Humedad	$a_w$
CONTROL	5.65	0.519 / 27.4°C
2	5.62	0.516 / 27.2 °C
4	5.61	0.519 / 27.6°C
6	5.58	0.519 / 27.7°C
8	5.68	0.521 / 27.8°C
10	5.57	0.508 / 27.8°C

Del estudio con consumidor y siguiendo el diseño que se había planteado en la metodología, los resultados fueron los siguientes:

### 6.2 Distribución sociodemográfica

En el **Cuadro 2** se representan las características sociodemográficas de la población entrevistada en el estudio con consumidor:

**Cuadro 2. Distribución por frecuencias de la muestra entrevistada en el estudio con consumidor.**

Edad		Sexo		Nivel socioeconómico	
8-12	25%	Masculino	50%	"C"	50%
13-15	25%	Femenino	50%	"D"	50%
16-18	24%				
19-25	26%				

### 6.3 Calificaciones hedónicas

Con esta muestra entrevistada se obtuvieron los resultados de calificaciones hedónicas representados en el **Cuadro 3**. Se presenta el promedio de los resultados obtenidos por cada atributo, se observa que no existe diferencia significativa en ninguno de los atributos según los resultados:

**Cuadro 3. Calificación hedónica promedio por atributo.**

	Semana					
	CONTROL	2	4	6	8	10
NUMERO DE ENTREVISTADOS	60	60	60	60	60	60
ATRIBUTOS ESPECIFICOS						
GENERAL	7.1	7.0	7.0	6.6	6.5	6.7
APARIENCIA	6.5	6.3	6.7	6.4	6.5	6.7
TEXTURA	7.3	7.0	6.8	6.7	7.0	6.7
DUREZA	7.0	6.8	6.7	6.3	6.8	6.6
CRUJIENTE	7.1	7.0	7.0	6.9	6.7	6.5
SABOR	7.2	6.9	6.9	6.5	6.8	6.9
RESABIO	7.2	6.6	6.7	6.4	6.7	6.6

### 6.4 Análisis de varianza por atributos para la población total

Los resultados del análisis de varianza realizado a las calificaciones dadas por el consumidor se presentan en el **Cuadro 4**, como se había mencionado anteriormente estos datos se analizaron con un nivel de significancia del 10% y se puede observar que no existe diferencia significativa dentro de alguno de los atributos que se le preguntaron al consumidor.

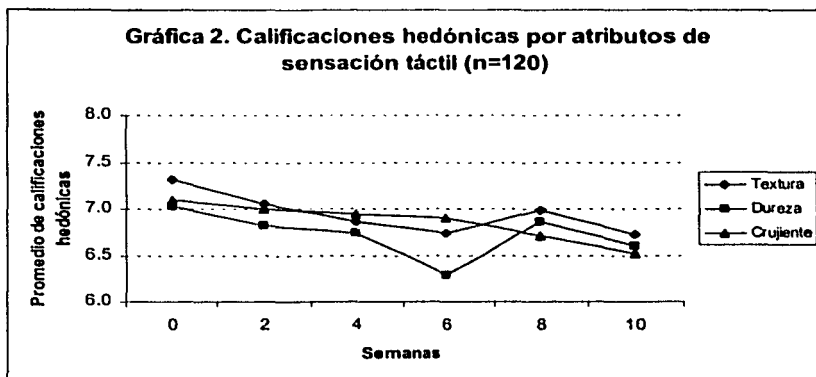
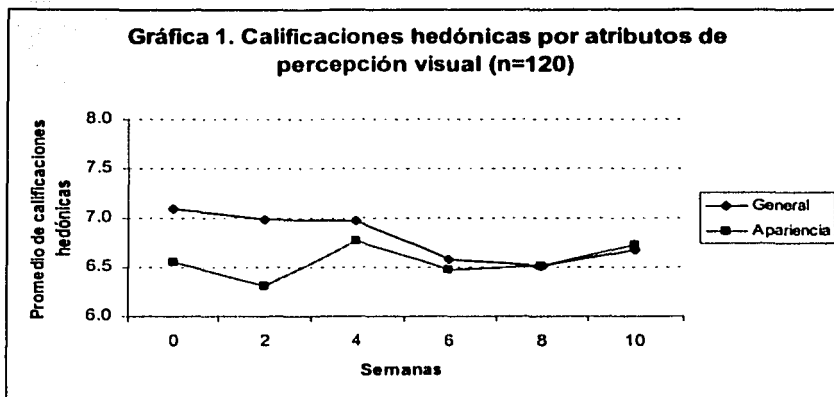
**Cuadro 4. Análisis de varianza por atributo.**

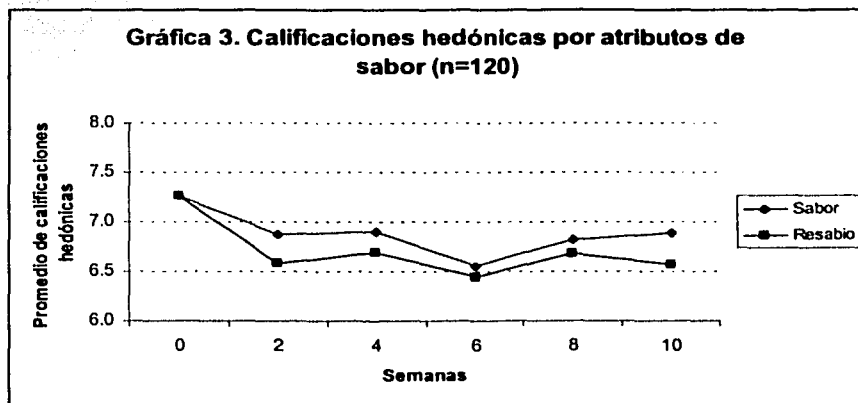
		Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de las medias	F	Significancia
GENERAL	Entre semanas	5	17.662	3.532	1.372	0.234
	Dentro de cada semana	354	911.335	2.574		
	<b>Total</b>	<b>359</b>	<b>928.997</b>			
APARIENCIA	Entre semanas	5	8.739	1.748	0.456	0.809
	Dentro de cada semana	354	1355.916	3.830		
	<b>Total</b>	<b>359</b>	<b>1364.656</b>			
TEXTURA	Entre semanas	5	15.050	3.010	1.112	0.353
	Dentro de cada semana	354	957.839	2.706		
	<b>Total</b>	<b>359</b>	<b>972.889</b>			
DUREZA	Entre semanas	5	20.157	4.031	1.206	0.306
	Dentro de cada semana	354	1183.618	3.344		
	<b>Total</b>	<b>359</b>	<b>1203.775</b>			
CRUJIENTE	Entre semanas	5	12.819	2.564	0.904	0.479
	Dentro de cada semana	354	1004.237	2.837		
	<b>Total</b>	<b>359</b>	<b>1017.056</b>			
SABOR	Entre semanas	5	15.711	3.142	1.005	0.415
	Dentro de cada semana	354	1107.389	3.128		
	<b>Total</b>	<b>359</b>	<b>1123.100</b>			
RESABIO	Entre semanas	5	24.732	4.946	1.562	0.170
	Dentro de cada semana	354	1121.224	3.167		
	<b>Total</b>	<b>359</b>	<b>1145.956</b>			

No existe diferencia significativa para ninguno de los tratamientos, con un  $\alpha = 0.10$ .  
\*para ver los resultados obtenidos por el programa SPSS consultar en el anexo 2.

**6.5 Análisis por atributos para la muestra de consumidores completa**

Para las gráficas 1, 2 y 3 se muestran los promedios de las calificaciones hedónicas, separadas para las diferentes familias de atributos que se evaluaron con consumidor, como son, de percepción visual, de sensación táctil y de sabor.



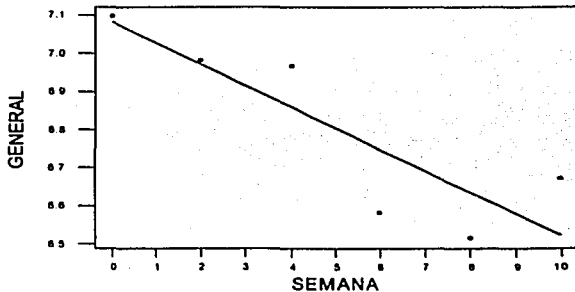


Con los datos de calificaciones hedónicas se realizaron las regresiones lineales para predecir la vida de anaquel del producto evaluado, se tomó el atributo en el que el coeficiente de regresión explicaba mejor la recta ( $R^2$ ) como el que nos describe el tiempo que nuestro producto va a ser estable en el anaquel.

Más adelante se representan las gráficas de regresión lineal para cada atributo, poniendo en la parte superior la ecuación que la describe, seguida de su significancia y su valor de correlación.

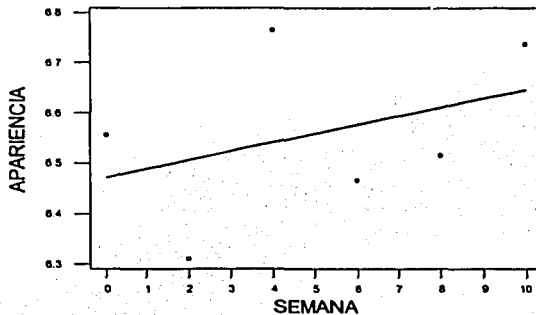
**Gráfica 4. Regresión lineal para el nivel de agrado general con respecto a las semanas de almacenamiento.**

GENERAL = 7.08285 - 0.0559029 SEMANA  
 S = 0.136929 R-Sq = 74.5 % R-Sq(adj) = 68.1 %



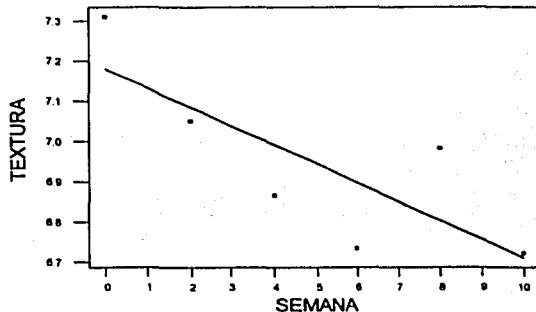
**Gráfica 5. Regresión lineal para el nivel de agrado de la apariencia con respecto a las semanas de evaluación**

APARIENCIA = 6.47206 + 0.0174386 SEMANA  
 S = 0.177446 R-Sq = 14.5 % R-Sq(adj) = 0.0 %



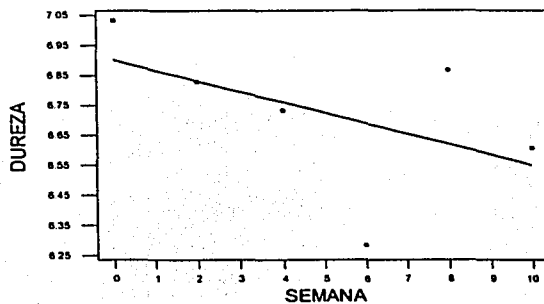
**Gráfica 6. Regresión lineal para el nivel de agrado de la textura con respecto a las semanas de almacenamiento**

TEXTURA = 7.17960 - 0.0469943 SEMANA  
S = 0.152946 R-Sq = 62.3 % R-Sq(adj) = 52.9 %



**Gráfica 7. Regresión lineal para el nivel de agrado de la dureza con respecto a las semanas de almacenamiento**

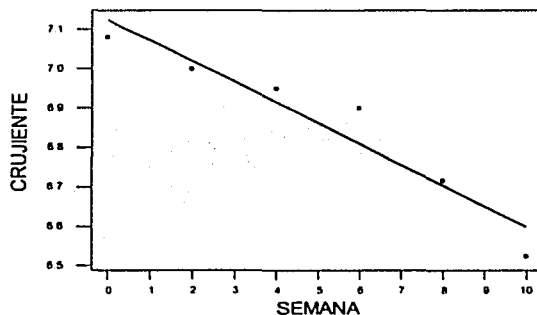
DUREZA = 6.90103 - 0.0351957 SEMANA  
S = 0.248908 R-Sq = 25.9 % R-Sq(adj) = 7.4 %





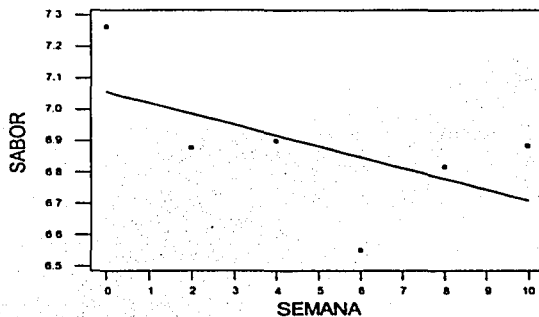
**Gráfica 8. Regresión lineal para el nivel de agrado de lo crujiente con respecto a las semanas de almacenamiento**

$CRUJIENTE = 7.12557 - 0.05267 \text{ SEMANA}$   
 $S = 0.0659423$     $R\text{-Sq} = 91.8 \%$     $R\text{-Sq}(\text{adj}) = 89.7 \%$



**Gráfica 9. Regresión lineal para el nivel de agrado del sabor con respecto a las semanas de almacenamiento**

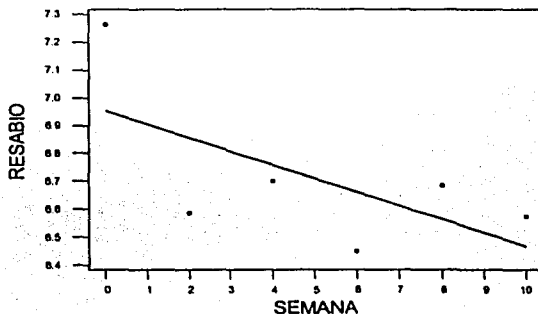
$SABOR = 7.05534 - 0.0346186 \text{ SEMANA}$   
 $S = 0.209503$     $R\text{-Sq} = 32.3 \%$     $R\text{-Sq}(\text{adj}) = 15.4 \%$



**Gráfica 10. Regresión lineal para el nivel de agrado del resabio con respecto a las semanas de almacenamiento**

$$\text{RESABIO} = 6.95221 - 0.0485886 \text{ SEMANA}$$

$$S = 0.245999 \quad R\text{-Sq} = 40.6\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 25.7\%$$



A partir de las gráficas anteriores observamos que la regresión lineal que presenta un mejor factor de correlación es la del nivel de agrado crujiente el cual es de **89.7%**, de esta misma gráfica por lo tanto obtenemos la ecuación de regresión, donde vamos a despejar las semanas.

$$\text{Gusto Crujiente} = 7.12557 - 0.05267 \text{ SEMANA}$$

Gusto Crujiente se refiere al valor de aceptabilidad mínimo que esperaríamos tener para nuestro producto en el mercado, que en este caso sería **6.50**.

Este valor de 6.50 lo obtuvimos de restar al valor de aceptabilidad más alto dado por el promedio de calificaciones hedónicas de los consumidores para el

gusto Crujiente 0.5, que es la diferencia máxima que esperaríamos que nuestro producto tenga al estar en el mercado.

Entonces:

$$6.50 = 7.12557 - 0.05267 \text{ Semana}$$

Por lo que tendríamos el siguiente resultado:

**Semanas = 11.87.**

**Por lo que la vida de anaquel de la botana sería de 12 Semanas.**

En el **cuadro 5** se presentan los resultados de la correlación de los datos fisicoquímicos, % humedad y  $a_w$ .

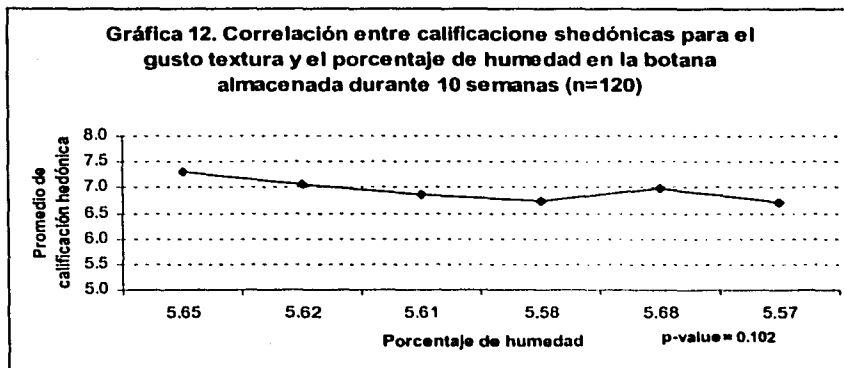
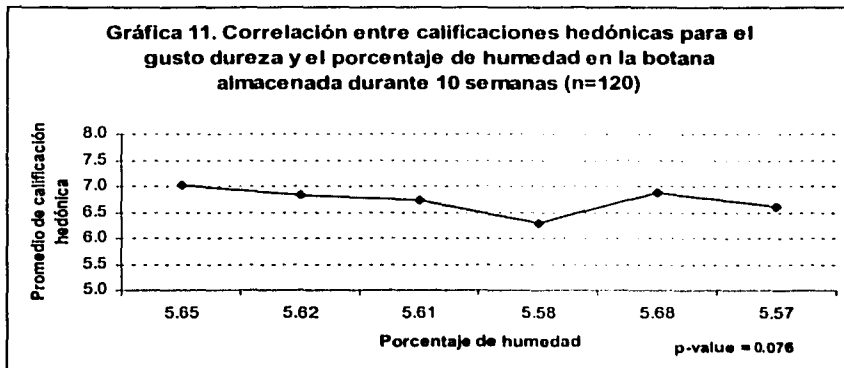
**Cuadro 5. Resultados de correlación entre datos de humedad y de  $a_w$  con respecto a la calificación hedónica, n=120**

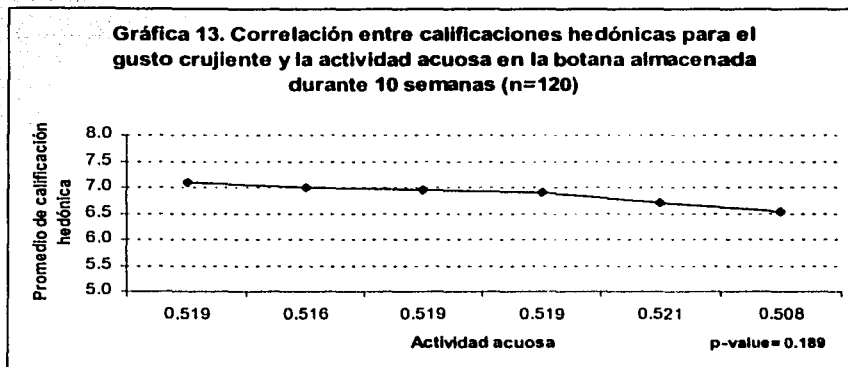
	<b>Humedad</b>	<b>p-value</b>
<b>General</b>	0.107	0.841
<b>Apariencia</b>	-0.273	0.602
<b>Textura</b>	0.727	0.102
<b>Dureza</b>	<b>0.765</b>	<b>0.076</b>
<b>Crujiente</b>	0.295	0.570
<b>Sabor</b>	0.430	0.394
<b>Resabio</b>	0.543	0.260

	<b><math>a_w</math></b>	<b>p-value</b>
<b>General</b>	0.058	0.913
<b>Apariencia</b>	-0.316	0.542
<b>Textura</b>	0.424	0.403
<b>Dureza</b>	0.211	0.689
<b>Crujiente</b>	0.620	0.189
<b>Sabor</b>	-0.029	0.957
<b>Resabio</b>	0.270	0.605

los resultados obtenidos por el programa MINITAB 13 se presentan en el anexo 3

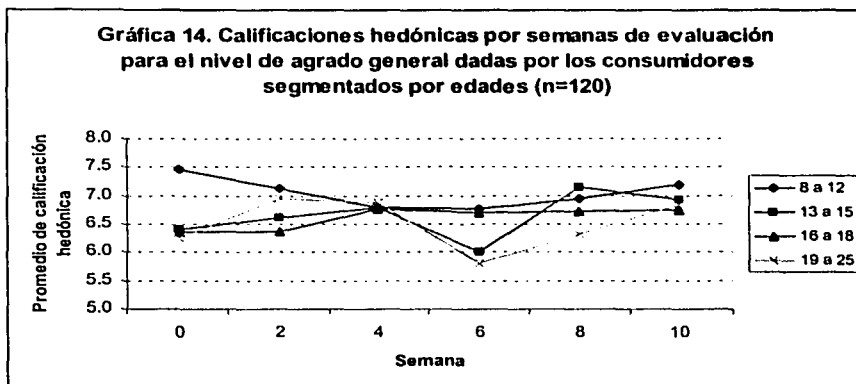
En la **gráfica 11, 12 y 13** se presenta la correlación entre las calificaciones hedónicas para el gusto dureza y textura en relación al % de humedad y gusto crujiente en relación al  $a_w$  para cada una de las semanas de evaluación.



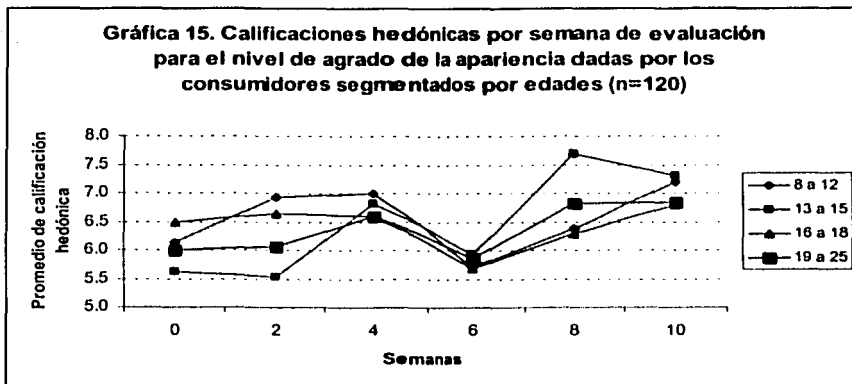


### 6.6 Análisis por atributos para la población diferenciada por edades

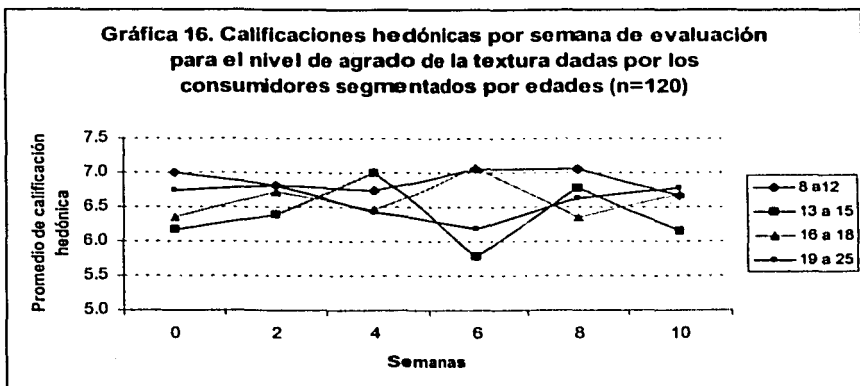
Además del análisis estadístico realizado a las respuestas dadas por los consumidores en general, se realizó un análisis diferenciando por rangos de edades para observar si se sigue cierta tendencia en cuanto a grupos de personas; el tipo de análisis fue diferenciar las calificaciones hedónicas para cada atributo por rangos de edades según la distribución que se tenía de acuerdo a la metodología planteada al inicio del estudio.

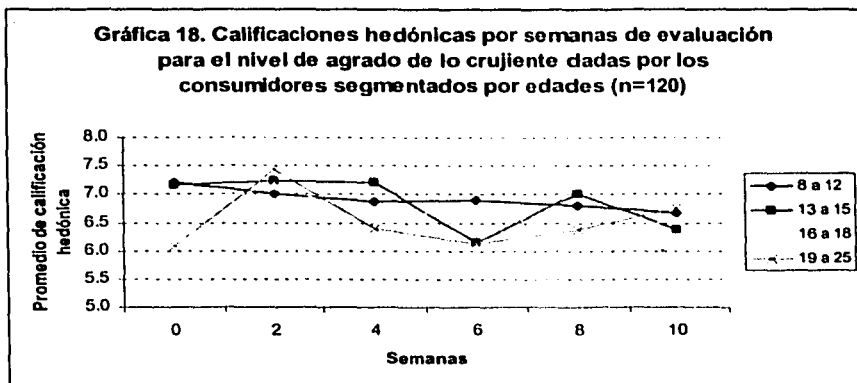
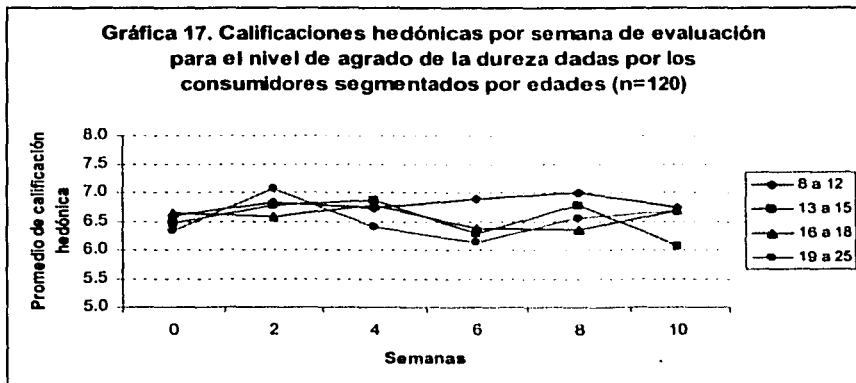


**Gráfica 15. Calificaciones hedónicas por semana de evaluación para el nivel de agrado de la apariencia dadas por los consumidores segmentados por edades (n=120)**

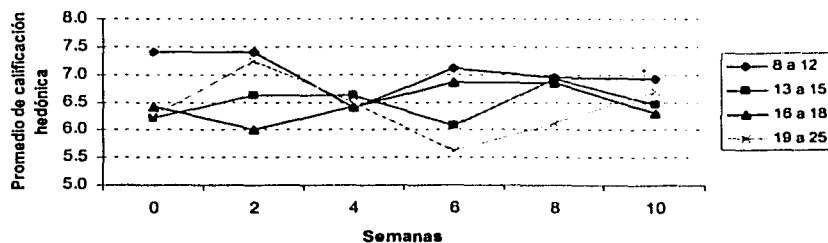


**Gráfica 16. Calificaciones hedónicas por semana de evaluación para el nivel de agrado de la textura dadas por los consumidores segmentados por edades (n=120)**

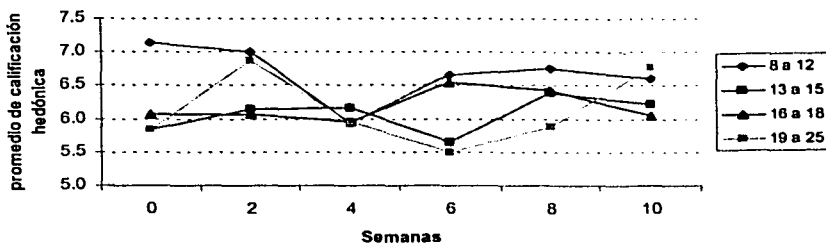




**Gráfica 19. Calificaciones hedónicas por semanas de evaluación para el nivel de agrado del sabor dadas por los consumidores segmentados por edades (n=120)**



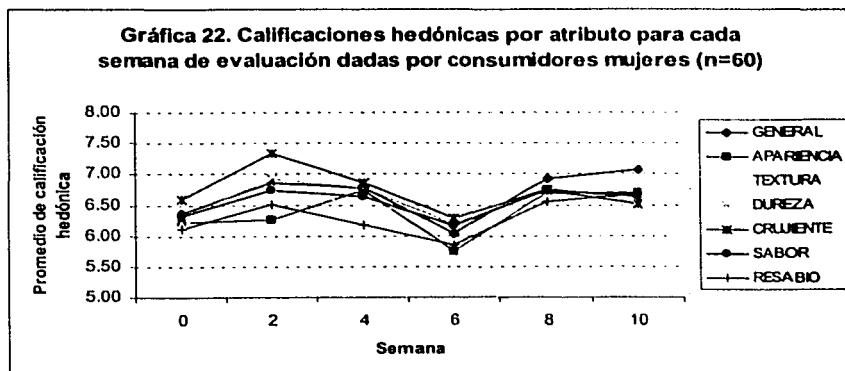
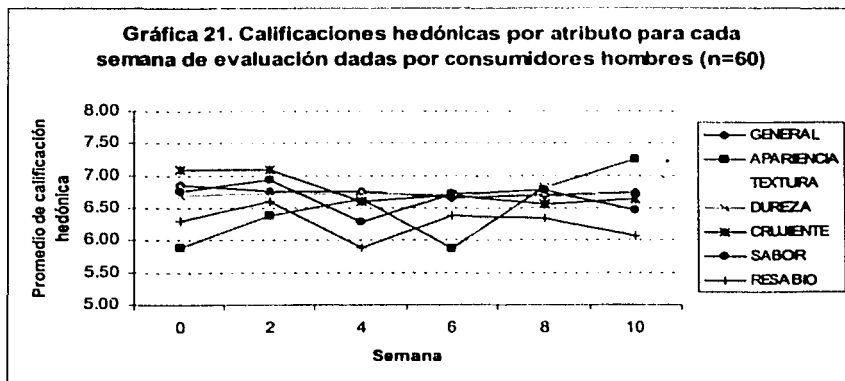
**Gráfica 20. Calificaciones hedónicas por semanas de evaluación para el nivel de agrado del resabio dadas por los consumidores segmentados por edades (n= 120)**





### 6.7 Análisis por atributos para la población diferenciada por sexo

También se incluyó un análisis de las calificaciones hedónicas dadas por los consumidores diferenciando las de las de las mujeres de las de los hombres, para determinar si esto influye en la percepción del producto, además que con este análisis y el anterior en el que se diferencia por edades, podremos determinar el posicionamiento que se le puede dar al producto.



## 7. ANALISIS DE RESULTADOS

El tipo de preguntas que se incluyeron en el cuestionario obedece a la intención de reflejar o investigar los cambios en las características que presenta el producto y a las principales variaciones que se observan después de almacenarlo en las condiciones que se definen en la metodología de la página 32. Las variaciones que se presentan en el producto afectan principalmente a la apariencia del producto, ya que se pierde su forma original o debido a que es un producto que tiene un alto porcentaje de harinas en su formulación, la humedad afecta la apariencia exterior del producto, en sus atributos de textura, se pierde el atributo crujiente, se vuelve más suave e incluso quebradizo o chicloso y en sus características de sabor, principalmente los cambios son la pérdida del mismo o la generación de algún sabor extraño que afecta al diseño original e incluso la presencia de un resabio desagradable para el consumidor.

Como se observa en el Cuadro 1 el producto no ganó humedad durante el tiempo que duró el estudio, a pesar de que por el tipo de ingredientes con el que se realiza este extruido podría resultar higroscópico, lo que nos dice que la extrusión a la que se sometió favoreció un arreglo molecular del producto que impide la ganancia de humedad, sin embargo sí hubo pérdida de humedad en la semana 6 lo que además se observa que afecta en la percepción del producto por parte del consumidor, disminuyendo sus calificaciones hedónicas en todos los atributos, principalmente para los consumidores de 13 a 15 años, de 19 a 25 años y para las mujeres.

En el caso del análisis estadístico realizado para toda la muestra entrevistada nos dice que no existe diferencia significativa para alguno de los atributos evaluados durante las semanas de estudio (tabla 3 y 4).

De acuerdo a las regresiones lineales realizadas para cada uno de los atributos evaluados, con la que mejor definimos el comportamiento de la vida de

anaquel es con el atributo crujiente (ver gráfica 8), esto nos dice que para el consumidor lo crujiente de la muestra es lo que se esta perdiendo más durante el tiempo que permanece el producto en el anaquel y este atributo por lo tanto es lo que nos va a limitar nuestra vida de anaquel, la cual como se observa en las paginas 43 y 44 sera de 12 semanas.

En el cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos para la correlación entre las calificaciones hedónicas y los datos fisicoquímicos, se observa que la mejor correlación esta dada entre el gusto dureza y el % de humedad, con una correlación de 0.765 y un p-value de 0.076, en la gráfica 11 se representa dicha correlación y se interpreta que la calificación hedónica tiene influencia negativa por la variación que existe en el % de humedad en el producto. También observamos en el cuadro 5 que las mejores correlaciones son para el gusto Dureza y Textura con respecto a la humedad y para el gusto Crujiente con respecto al  $a_w$ , esto nos esta comprobando que el gusto crujiente es el factor crítico en la vida de anaquel del producto y que podemos utilizar como variables predictivas de Vida de anaquel a % de humedad y  $a_w$ .

Al realizar el estudio el producto evaluado aun no está en el mercado, se realizo una serie de análisis posteriores que ayudarian a darle un posicionamiento a este producto.

Primero se analizaron las calificaciones hedónicas diferenciando por grupos de edades de acuerdo a las características sociodemográficas que se definieron en la metodología en la pagina 32, de este análisis observamos en la gráfica 12 que las personas entre 8 y 12 años son las que determinarian una vida de anaquel del producto de 12 semanas o menor esto según las tendencias que se observan en sus calificaciones hedónicas, principalmente por los atributos de gusto crujiente y de sabor del producto, por lo que si direccionamos el producto hacia personas mayores de 13 años tendríamos más oportunidad de posicionar el producto a una

población mayor y que sería menos exigente con las características que pudiese perder el producto con el tiempo de almacenamiento.

Se observa que para los otros segmentos de población principalmente para las edades de 13 a 15 años y para el segmento de 19 a 25 años hay una disminución en la calificación hedónica de todos los atributos en la semana 6 de muestreo, por lo que se observa que el producto esta cambiando ciertas características que son perceptibles para el consumidor, pero que sin embargo no son lo suficiente desagradables como para comenzar a disminuir su agrado después de estos cambios.

En el análisis que se hace cuando se separan los consumidores hombres de las consumidoras mujeres, no hay ninguna tendencia para ninguno de los dos casos, por lo que no sería necesario dirigir el producto hacia alguno de estos dos segmentos ya que se abarca una población mayor al no hacer ninguna diferenciación en la publicidad o empaque del producto al momento de sacarlo al mercado, así como tampoco se ganaría una mayor vida de anaquel en ninguno de los dos casos, sin embargo también se observa el mismo comportamiento en los consumidores mujeres que en los consumidores de 13 a 15 años y de 19 a 25 años, al disminuir la humedad del producto en la semana 6 su aceptabilidad disminuye para todos los atributos evaluados del producto.

## 9. CONCLUSIONES

- El producto va a mantener las características de calidad sensoriales similares al primer día de producción durante 12 semanas, esto beneficia al producto ya que aunque es considerado como un producto que tendría una alta rotación en el anaquel, se determinó que va a mantener sus características de calidad durante un tiempo mayor al proyectado para su venta.
- Los resultados de correlación de calificaciones hedónicas con respecto a resultados fisicoquímicos nos indican que los atributos de sensación táctil son los que más influencia tienen en la aceptación del producto por parte del consumidor, por lo que podemos tomar, de estos resultados, como un factor crítico la humedad, para en caso de que se necesite correr otro estudio de vida de anaquel se le de un seguimiento especial a este parámetro.
- El posicionamiento que se puede dar al producto en base a los resultados obtenidos del estudio con consumidor es de un producto dirigido para edades de 13 a 25 años, tanto hombres como mujeres, no es conveniente dirigir este producto a niños de 8 a 12 años por que como se ve en los resultados obtenidos del estudio ellos dan calificaciones más bajas al producto conforme pasa el tiempo de almacenamiento, además de que notan cierta pérdida en atributos como gusto crujiente y sabor con el paso del tiempo.

- El presente estudio plantea una metodología factible para la evaluación de la vida de anaquel de cualquier producto alimenticio en base a la percepción del consumidor y relacionandola con resultados fisicoquímicos, para mantener la mayor aceptabilidad durante el tiempo que el producto permanece en el anaquel.

**ANEXO 1****CUESTIONARIO PARA EVALUACION SENSORIAL CON CONSUMIDOR.**

Edad

¿ Cuántos años tienes ?

Sexo:

Hombre 1

Mujer 2

Tomando en cuenta todos los focos que tienes en tu casa, ya sea en el techo, pared o lamparas ¿Aproximadamente cuántos focos son?

¿ Has consumido BOTANAS en los últimos 30 días? :

1. SI
2. NO ( TERMINAR )

¿ Has consumido BOTANAS SALADAS en los últimos 30 días? :

1. SI
2. NO ( PASAR A EVALUACIÓN DE PRODUCTO )

¿ Con que frecuencia consumes BOTANAS SALADAS ?

1. MÁS DE TRES VECES POR DÍA
2. DE 2 A 3 VECES POR DÍA
3. UNA VEZ AL DÍA
4. UNA VEZ CADA 2 O 3 DÍAS
5. UNA VEZ CADA 4 O 6 DÍAS
6. UNA VEZ A LA SEMANA
7. UNA VEZ CADA DOS SEMANAS
8. UNA O MENOS VECES AL MES ( TERMINAR )

¿ Qué marca de BOTANAS consumes con mayor frecuencia ?

1. SABRITAS
2. BARCEL
3. PRINGLES
4. CHIPS
5. LA CACEROLA
6. PAPAS RIO
7. CAZARES

OTRAS (ESPECIFICAR) \_\_\_\_\_

Para continuar presiona el botón rojo.

¿ Cómo te llamas ?

BIENVENIDO (A)

LA RAZÓN DE ESTA ENTREVISTA ES QUE QUEREMOS QUE PRUEBES ALGUNOS PRODUCTOS Y QUE NOS AYUDES DANDONOS TU OPINIÓN SOBRE ELLOS . POR FAVOR CONTESTA LAS PREGUNTAS QUE APARECERAN EN LA PANTALLA. SOLO TIENES QUE SEGUIR LAS INSTRUCCIONES:

Hola. A continuación te presentaremos una serie de muestras, comenzando con la \_\_\_\_, te pedimos que te enjuagues la boca con agua antes de comenzar a probarlas.

- |   |   |
|---|---|
| 1. ¿Qué tanto te gusta el producto en general?      | 5. ¿Qué tanto te gusta lo crujiente de la muestra?                |
| 9. Me gusta muchísimo                               | 9. Me gusta muchísimo   |
| 8. Me gusta mucho                                   | 8. Me gusta mucho   |
| 7. Me gusta moderadamente                           | 7. Me gusta moderadamente   |
| 6. Me gusta un poco                                 | 6. Me gusta un poco   |
| 5. Ni me gusta ni me disgusta                       | 5. Ni me gusta ni me disgusta                                     |
| 4. Me disgusta un poco                              | 4. Me disgusta un poco  |
| 3. Me disgusta moderadamente                        | 3. Me disgusta moderadamente                                      |
| 2. Me disgusta mucho                                | 2. Me disgusta mucho  |
| 1. Me disgusta muchísimo                            | 1. Me disgusta muchísimo  |
| 2. ¿Qué tanto te gusta la apariencia de la muestra? | 6. ¿Qué tanto te gusta el sabor de la muestra?                    |
| 9. Me gusta muchísimo                               | 9. Me gusta muchísimo   |
| 8. Me gusta mucho                                   | 8. Me gusta mucho   |
| 7. Me gusta moderadamente                           | 7. Me gusta moderadamente   |
| 6. Me gusta un poco                                 | 6. Me gusta un poco   |
| 5. Ni me gusta ni me disgusta                       | 5. Ni me gusta ni me disgusta                                     |
| 4. Me disgusta un poco                              | 4. Me disgusta un poco  |
| 3. Me disgusta moderadamente                        | 3. Me disgusta moderadamente                                      |
| 2. Me disgusta mucho                                | 2. Me disgusta mucho  |
| 1. Me disgusta muchísimo                            | 1. Me disgusta muchísimo  |
| 3. ¿Qué tanto te gusta la textura de la muestra?    | 7. ¿Qué tanto te gusta el sabor que la botana te deja en la boca? |
| 9. Me gusta muchísimo                               | 9. Me gusta muchísimo   |
| 8. Me gusta mucho                                   | 8. Me gusta mucho   |
| 7. Me gusta moderadamente                           | 7. Me gusta moderadamente   |
| 6. Me gusta un poco                                 | 6. Me gusta un poco   |
| 5. Ni me gusta ni me disgusta                       | 5. Ni me gusta ni me disgusta                                     |
| 4. Me disgusta un poco                              | 4. Me disgusta un poco  |
| 3. Me disgusta moderadamente                        | 3. Me disgusta moderadamente                                      |
| 2. Me disgusta mucho                                | 2. Me disgusta mucho  |
| 1. Me disgusta muchísimo                            | 1. Me disgusta muchísimo  |
| 4. ¿Qué tanto te gusta la dureza de la muestra?     |   |
| 9. Me gusta muchísimo                               |   |
| 8. Me gusta mucho                                   |   |
| 7. Me gusta moderadamente                           |   |
| 6. Me gusta un poco                                 |   |
| 5. Ni me gusta ni me disgusta                       |   |
| 4. Me disgusta un poco                              |   |
| 3. Me disgusta moderadamente                        |   |
| 2. Me disgusta mucho                                |   |
| 1. Me disgusta muchísimo                            |   |



A continuación enjuagaté la boca con un poco de agua y comiendo una galleta y prueba la muestra \_\_\_\_ y contesta el siguiente cuestionario.

8. ¿Qué tanto te gusta el producto en general?
9. Me gusta muchísimo
  8. Me gusta mucho
  7. Me gusta moderadamente
  6. Me gusta un poco
  5. Ni me gusta ni me disgusta
  4. Me disgusta un poco
  3. Me disgusta moderadamente
  2. Me disgusta mucho
  1. Me disgusta muchísimo
9. ¿Qué tanto te gusta la textura de la muestra?
9. Me gusta muchísimo
  8. Me gusta mucho
  7. Me gusta moderadamente
  6. Me gusta un poco
  5. Ni me gusta ni me disgusta
  4. Me disgusta un poco
  3. Me disgusta moderadamente
  2. Me disgusta mucho
  1. Me disgusta muchísimo
10. ¿Qué tanto te gusta la apariencia de la muestra?
9. Me gusta muchísimo
  8. Me gusta mucho
  7. Me gusta moderadamente
  6. Me gusta un poco
  5. Ni me gusta ni me disgusta
  4. Me disgusta un poco
  3. Me disgusta moderadamente
  2. Me disgusta mucho
  1. Me disgusta muchísimo
11. ¿Qué tanto te gusta la dureza de la muestra?
9. Me gusta muchísimo
  8. Me gusta mucho
  7. Me gusta moderadamente
  6. Me gusta un poco
  5. Ni me gusta ni me disgusta
  4. Me disgusta un poco
  3. Me disgusta moderadamente
  2. Me disgusta mucho
  1. Me disgusta muchísimo
12. ¿Qué tanto te gusta lo crujiente de la muestra?
9. Me gusta muchísimo
  8. Me gusta mucho
  7. Me gusta moderadamente
  6. Me gusta un poco
  5. Ni me gusta ni me disgusta
  4. Me disgusta un poco
  3. Me disgusta moderadamente
  2. Me disgusta mucho
  1. Me disgusta muchísimo
13. ¿Qué tanto te gusta el sabor de la muestra?
9. Me gusta muchísimo
  8. Me gusta mucho
  7. Me gusta moderadamente
  6. Me gusta un poco
  5. Ni me gusta ni me disgusta
  4. Me disgusta un poco
  3. Me disgusta moderadamente
  2. Me disgusta mucho
  1. Me disgusta muchísimo
14. ¿Qué tanto te gusta el sabor que la botana te deja en la boca?
9. Me gusta muchísimo
  8. Me gusta mucho
  7. Me gusta moderadamente
  6. Me gusta un poco
  5. Ni me gusta ni me disgusta
  4. Me disgusta un poco
  3. Me disgusta moderadamente
  2. Me disgusta mucho
  1. Me disgusta muchísimo

Por último enjuagale la boca con un poco de agua y comiendo una galleta y prueba la muestra \_\_\_\_\_ y contesta el siguiente cuestionario.

15. ¿Qué tanto te gusta el producto en general?
9. Me gusta muchísimo
  8. Me gusta mucho
  7. Me gusta moderadamente
  6. Me gusta un poco
  5. Ni me gusta ni me disgusta
  4. Me disgusta un poco
  3. Me disgusta moderadamente
  2. Me disgusta mucho
  1. Me disgusta muchísimo
16. ¿Qué tanto te gusta la apariencia de la muestra?
9. Me gusta muchísimo
  8. Me gusta mucho
  7. Me gusta moderadamente
  6. Me gusta un poco
  5. Ni me gusta ni me disgusta
  4. Me disgusta un poco
  3. Me disgusta moderadamente
  2. Me disgusta mucho
  1. Me disgusta muchísimo
17. ¿Qué tanto te gusta la textura de la muestra?
9. Me gusta muchísimo
  8. Me gusta mucho
  7. Me gusta moderadamente
  6. Me gusta un poco
  5. Ni me gusta ni me disgusta
  4. Me disgusta un poco
  3. Me disgusta moderadamente
  2. Me disgusta mucho
  1. Me disgusta muchísimo
18. ¿Qué tanto te gusta la dureza de la muestra?
9. Me gusta muchísimo
  8. Me gusta mucho
  7. Me gusta moderadamente
  6. Me gusta un poco
  5. Ni me gusta ni me disgusta
  4. Me disgusta un poco
  3. Me disgusta moderadamente
  2. Me disgusta mucho
  1. Me disgusta muchísimo
19. ¿Qué tanto te gusta lo crujiente de la muestra?
9. Me gusta muchísimo
  8. Me gusta mucho
  7. Me gusta moderadamente
  6. Me gusta un poco
  5. Ni me gusta ni me disgusta
  4. Me disgusta un poco
  3. Me disgusta moderadamente
  2. Me disgusta mucho
  1. Me disgusta muchísimo
20. ¿Qué tanto te gusta el sabor de la muestra?
9. Me gusta muchísimo
  8. Me gusta mucho
  7. Me gusta moderadamente
  6. Me gusta un poco
  5. Ni me gusta ni me disgusta
  4. Me disgusta un poco
  3. Me disgusta moderadamente
  2. Me disgusta mucho
  1. Me disgusta muchísimo
21. ¿Qué tanto te gusta el sabor que la botana te deja en la boca?
9. Me gusta muchísimo
  8. Me gusta mucho
  7. Me gusta moderadamente
  6. Me gusta un poco
  5. Ni me gusta ni me disgusta
  4. Me disgusta un poco
  3. Me disgusta moderadamente
  2. Me disgusta mucho
  1. Me disgusta muchísimo
22. De las \_\_\_\_\_ muestras que probaste, ¿cual te gustó más?
- \_\_\_\_\_

Gracias por tu colaboración y que tengas un buen Día.

**ANEXO 2**

Resultados de análisis estadístico realizado en SPSS para calificaciones hedónicas dadas por los consumidores.

**Frecuencias****Statistics**

		NSE	EDAD	SEXO
N	Valid	120	120	120
	Missing	240	240	240

**Frequency table****NSE**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.00	60	16.7	50.0	50.0
	2.00	60	16.7	50.0	100.0
	Total	120	33.3	100.0	
Missing	System	240	66.7		
	Total	360	100.0		

**EDAD**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	8.00	6	1.7	5.0	5.0
	9.00	2	.6	1.7	6.7
	11.00	3	.8	2.5	9.2
	12.00	19	5.3	15.8	25.0
	13.00	5	1.4	4.2	29.2
	14.00	10	2.8	8.3	37.5
	15.00	15	4.2	12.5	50.0
	16.00	8	2.2	6.7	56.7
	17.00	10	2.8	8.3	65.0
	18.00	11	3.1	9.2	74.2
	19.00	9	2.5	7.5	81.7
	20.00	8	2.2	6.7	88.3
	21.00	2	.6	1.7	90.0
	23.00	6	1.7	5.0	95.0
	24.00	3	.8	2.5	97.5
	25.00	3	.8	2.5	100.0
	Total	120	33.3	100.0	
Missing	System	240	66.7		
	Total	360	100.0		

**SEXO**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.00	60	16.7	50.0	50.0
	2.00	60	16.7	50.0	100.0
	Total	120	33.3	100.0	
Missing	System	240	66.7		
	Total	360	100.0		

## Oneway

## Descriptives

		N	Moan	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
GENERAL	semana 4	60	6.9667	1.4376	.1856	6.5953	7.3380	2.00	9.00
	semana 6	60	6.5833	1.9769	.2552	6.0726	7.0940	1.00	9.00
	semana 0	61	7.0984	1.3627	.1745	6.7494	7.4474	2.00	9.00
	semana 8	60	6.5167	1.8820	.2430	6.0305	7.0029	2.00	9.00
	semana 2	58	6.9828	1.1771	.1546	6.6732	7.2923	3.00	8.00
	semana 10	61	6.6721	1.6301	.2087	6.2546	7.0896	2.00	9.00
	Total	360	6.8028	1.6086	8.478E-02	6.6360	6.9695	1.00	9.00
APARIENC	semana 4	60	6.7667	1.6299	.2104	6.3456	7.1877	2.00	9.00
	semana 6	60	6.4667	2.0787	.2684	5.9297	7.0036	1.00	9.00
	semana 0	61	6.5574	2.0938	.2681	6.0211	7.0936	2.00	9.00
	semana 8	60	6.5167	1.9528	.2521	6.0122	7.0211	2.00	9.00
	semana 2	58	6.3103	2.0193	.2651	5.7794	6.8413	2.00	9.00
	semana 10	61	6.7377	1.9313	.2473	6.2431	7.2323	2.00	9.00
	Total	360	6.5611	1.9497	.1028	6.3590	6.7632	1.00	9.00
TEXTURA	semana 4	60	6.8667	1.7219	.2223	6.4219	7.3115	2.00	9.00
	semana 6	60	6.7333	1.7743	.2291	6.2750	7.1917	1.00	9.00
	semana 0	61	7.3115	1.0884	.1394	7.0327	7.5902	4.00	9.00
	semana 8	60	6.9833	1.8639	.2406	6.5018	7.4648	2.00	9.00
	semana 2	58	7.0517	1.4318	.1880	6.6753	7.4282	2.00	9.00
	semana 10	61	6.7213	1.8451	.2362	6.2488	7.1939	2.00	9.00
	Total	360	6.9444	1.6462	8.676E-02	6.7738	7.1151	1.00	9.00
DUREZA	semana 4	60	6.7333	1.5499	.2001	6.3329	7.1337	2.00	9.00
	semana 6	60	6.2833	2.1557	.2783	5.7264	6.8402	1.00	9.00
	semana 0	61	7.0328	1.6928	.2167	6.5992	7.4663	2.00	9.00
	semana 8	60	6.8667	1.7021	.2197	6.4270	7.3064	2.00	9.00
	semana 2	58	6.8276	1.7182	.2256	6.3758	7.2794	2.00	9.00
	semana 10	61	6.6066	2.0678	.2648	6.0770	7.1362	2.00	9.00
	Total	360	6.7250	1.8312	9.651E-02	6.5352	6.9148	1.00	9.00
CRUJIENT	semana 4	60	6.9500	1.4778	.1908	6.5682	7.3318	2.00	9.00
	semana 6	60	6.9000	1.5698	.2027	6.4945	7.3055	2.00	9.00
	semana 0	61	7.0820	1.5737	.2015	6.6789	7.4850	2.00	9.00
	semana 8	60	6.7167	1.9318	.2494	6.2176	7.2157	2.00	9.00
	semana 2	58	7.0000	1.5102	.1983	6.6029	7.3971	3.00	9.00
	semana 10	61	6.5246	1.9630	.2513	6.0218	7.0273	2.00	9.00
	Total	360	6.8611	1.6832	8.871E-02	6.6867	7.0356	2.00	9.00
SABOR	semana 4	60	6.9000	1.5698	.2027	6.4945	7.3055	2.00	9.00
	semana 6	60	6.5500	2.0783	.2683	6.0131	7.0869	2.00	9.00
	semana 0	61	7.2623	1.6623	.2128	6.8365	7.6880	2.00	9.00
	semana 8	60	6.8167	1.9000	.2453	6.3259	7.3075	2.00	9.00
	semana 2	58	6.8793	1.6338	.2145	6.4497	7.3089	2.00	9.00
	semana 10	61	6.8852	1.7137	.2194	6.4464	7.3241	2.00	9.00
	Total	360	6.8833	1.7687	9.322E-02	6.7000	7.0667	2.00	9.00
RESABIO	semana 4	60	6.7000	1.6396	.2117	6.2765	7.1235	2.00	9.00
	semana 6	60	6.4500	2.0036	.2587	5.9324	6.9676	1.00	9.00
	semana 0	61	7.2623	1.4364	.1839	6.8944	7.6302	2.00	9.00
	semana 8	60	6.6833	2.0789	.2684	6.1463	7.2204	2.00	9.00
	semana 2	58	6.5862	1.7575	.2308	6.1241	7.0483	2.00	9.00
	semana 10	61	6.5738	1.6878	.2161	6.1415	7.0060	2.00	9.00
	Total	360	6.7111	1.7866	9.416E-02	6.5259	6.8963	1.00	9.00

## ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GENERAL	Between Groups	17.662	5	3.532	1.372	.234
	Within Groups	911.335	354	2.574		
	Total	928.997	359			
APARIENC	Between Groups	8.739	5	1.748	.456	.809
	Within Groups	1355.916	354	3.830		
	Total	1364.656	359			
TEXTURA	Between Groups	15.050	5	3.010	1.112	.353
	Within Groups	957.839	354	2.706		
	Total	972.889	359			
DUREZA	Between Groups	20.157	5	4.031	1.206	.306
	Within Groups	1183.618	354	3.344		
	Total	1203.775	359			
CRUJIENT	Between Groups	12.819	5	2.564	.904	.479
	Within Groups	1004.237	354	2.837		
	Total	1017.056	359			
SABOR	Between Groups	15.711	5	3.142	1.005	.415
	Within Groups	1107.389	354	3.128		
	Total	1123.100	359			
RESABIO	Between Groups	24.732	5	4.946	1.562	.170
	Within Groups	1121.224	354	3.167		
	Total	1145.956	359			

## Post Hoc Test

## Multiple Comparisons Tukey HSD

Dependent Variable	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	90% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
GENERAL	MUESTRA semana 4	semana 6	.3833	.293	.780	-.3749	1.1416
		semana 0	-.1317	.292	.998	-.8869	.6235
		semana 8	-.4500	.293	.641	-.3083	1.2083
		semana 2	-1.6092E-02	.295	1.000	-.7809	.7487
		semana 10	.2945	.292	.915	-.4606	1.0497
	semana 6	semana 4	-.3833	.293	.780	-1.1416	.3749
		semana 0	-.5150	.292	.488	-1.2702	.2401
		semana 8	6.667E-02	.293	1.000	-.6916	.8249
		semana 2	-.3994	.295	.756	-1.1642	.3654
		semana 10	-8.8798E-02	.292	1.000	-.8440	.6664
	semana 0	semana 4	.1317	.292	.998	-.6235	.8869
		semana 6	.5150	.292	.488	-.2401	1.2702
		semana 8	.5817	.292	.346	-.1735	1.3369
		semana 2	.1156	.294	.999	-.6461	.8773
		semana 10	.4262	.291	.685	-.3258	1.1783
	semana 8	semana 4	-.4500	.293	.641	-1.2083	.3083
		semana 6	-6.6667E-02	.293	1.000	-.8249	.6916
		semana 0	-.5817	.292	.346	-1.3369	.1735
		semana 2	-.4661	.295	.613	-1.2309	.2987
		semana 10	-.1555	.292	.995	-.9106	.5997
semana 2	semana 4	1.609E-02	.295	1.000	-.7487	.7809	
	semana 6	.3994	.295	.756	-.3654	1.1642	
	semana 0	-.1156	.294	.999	-.8773	.6461	
	semana 8	.4661	.295	.613	-.2987	1.2309	
	semana 10	.3106	.294	.899	-.4511	1.0723	
semana 10	semana 4	-.2945	.292	.915	-1.0497	.4606	
	semana 6	8.880E-02	.292	1.000	-.6664	.8440	
	semana 0	-.4262	.291	.685	-1.1783	.3258	
	semana 8	.1555	.292	.995	-.5997	.9106	
	semana 2	-.3106	.294	.899	-1.0723	.4511	
APARIENC	semana 4	semana 6	.3000	.357	.960	-.6249	1.2249
		semana 0	.2093	.356	.992	-.7118	1.1304
		semana 8	.2500	.357	.982	-.6749	1.1749
		semana 2	.4563	.360	.804	-.4765	1.3892
	semana 10	2.896E-02	.356	1.000	-.8922	.9501	
	semana 6	semana 4	-.3000	.357	.960	-1.2249	.6249
		semana 0	-9.0710E-02	.356	1.000	-1.0118	.8304
		semana 8	-5.0000E-02	.357	1.000	-.9749	.8749
semana 2		.1563	.360	.998	-.7765	1.0892	

			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	90% Confidenc e Interval	
		semana 10	-.2710	.356	.974	-1.1922	.6501
	semana 0	semana 4	-.2093	.356	.992	-1.1304	.7118
		semana 6	9.071E-02	.356	1.000	-.8304	1.0118
		semana 8	4.071E-02	.356	1.000	-.8804	.9618
		semana 2	.2470	.359	.983	-.6821	1.1761
		semana 10	-.1803	.354	.996	-1.0976	.7370
	semana 8	semana 4	-.2500	.357	.982	-1.1749	.6749
		semana 6	5.000E-02	.357	1.000	-.8749	.9749
		semana 0	-4.0710E-02	.356	1.000	-.9618	.8804
		semana 2	.2063	.360	.993	-.7265	1.1392
		semana 10	-.2210	.356	.990	-1.1422	.7001
	semana 2	semana 4	-.4563	.360	.804	-1.3892	.4765
		semana 6	-.1563	.360	.998	-1.0892	.7765
		semana 0	-.2470	.359	.983	-1.1761	.6821
		semana 8	-.2063	.360	.993	-1.1392	.7265
		semana 10	-.4274	.359	.842	-1.3565	.5017
	semana 10	semana 4	-2.8962E-02	.356	1.000	-.9501	.8922
		semana 6	.2710	.356	.974	-.6501	1.1922
		semana 8	.1803	.354	.996	-.7370	1.0976
		semana 0	.2210	.356	.990	-.7001	1.1422
		semana 2	.4274	.359	.842	-.5017	1.3565
TEXTURA	semana 4	semana 6	.1333	.300	.998	-.6441	.9107
		semana 0	-.4448	.299	.673	-1.2190	.3294
		semana 8	-.1167	.300	.999	-.8941	.6607
		semana 2	-.1851	.303	.990	-.9691	.5990
		semana 10	.1454	.299	.997	-.6288	.9195
	semana 6	semana 4	-.1333	.300	.998	-.9107	.6441
		semana 0	-.5781	.299	.382	-1.3523	.1960
		semana 8	-.2500	.300	.962	-1.0274	.5274
		semana 2	-.3184	.303	.900	-1.1024	.4657
		semana 10	1.202E-02	.299	1.000	-.7622	.7862
	semana 0	semana 4	.4448	.299	.673	-.3294	1.2190
		semana 6	.5781	.299	.382	-.1960	1.3523
		semana 8	.3281	.299	.883	-.4460	1.1023
		semana 2	.2598	.302	.956	-.5211	1.0406
		semana 10	.5902	.298	.353	-.1808	1.3611
	semana 8	semana 4	.1167	.300	.999	-.6607	.8941
		semana 6	.2500	.300	.962	-.5274	1.0274
		semana 0	-.3281	.299	.883	-1.1023	.4460
		semana 2	-6.8391E-02	.303	1.000	-.8524	.7157
		semana 10	.2620	.299	.952	-.5122	1.0362
	semana 2	semana 4	.1851	.303	.990	-.5990	.9691
		semana 6	.3184	.303	.900	-.4657	1.1024
		semana 0	-.2598	.302	.956	-1.0406	.5211

			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	90% Confidenc e Interval	
		semana 8	6.839E-02	.303	1.000	-.7157	.8524
		semana 10	.3304	.302	.883	-.4505	1.1113
	semana 10	semana 4	-.1454	.299	.997	-.9195	.6288
		semana 6	-1.2022E-02	.299	1.000	-.7862	.7622
		semana 0	-.5902	.298	.353	-1.3611	.1808
		semana 8	-.2620	.299	.952	-1.0362	.5122
		semana 2	-.3304	.302	.883	-1.1113	.4505
DUREZA	semana 4	semana 6	.4500	.334	.758	-.4142	1.3142
		semana 0	-.2995	.332	.946	-1.1601	.5612
		semana 8	-.1333	.334	.999	-.9975	.7308
		semana 2	-9.4253E-02	.337	1.000	-.9658	.7773
		semana 10	.1268	.332	.999	-.7338	.9874
	semana 6	semana 4	-.4500	.334	.758	-1.3142	.4142
		semana 0	-.7495	.332	.213	-1.6101	.1112
		semana 8	-.5833	.334	.500	-1.4475	.2808
		semana 2	-.5443	.337	.588	-1.4158	.3273
		semana 10	-.3232	.332	.927	-1.1838	.5374
	semana 0	semana 4	.2995	.332	.946	-.5612	1.1601
		semana 6	.7495	.332	.213	-1.112	1.6101
		semana 8	.1661	.332	.996	-.6945	1.0267
		semana 2	.2052	.335	.990	-.6629	1.0733
		semana 10	.4262	.331	.792	-.4308	1.2833
	semana 8	semana 4	.1333	.334	.999	-.7308	.9975
		semana 6	.5833	.334	.500	-.2808	1.4475
		semana 0	-.1661	.332	.996	-1.0267	.6945
		semana 2	3.908E-02	.337	1.000	-.8325	.9107
		semana 10	.2601	.332	.971	-.6005	1.1207
	semana 2	semana 4	9.425E-02	.337	1.000	-.7773	.9658
		semana 6	.5443	.337	.588	-.3273	1.4158
		semana 0	-.2052	.335	.990	-1.0733	.6629
		semana 8	-3.9080E-02	.337	1.000	-.9107	.8325
		semana 10	.2210	.335	.986	-.6470	1.0891
	semana 10	semana 4	-.1268	.332	.999	-.9874	.7338
		semana 6	.3232	.332	.927	-.5374	1.1838
		semana 0	-.4262	.331	.792	-1.2833	.4308
		semana 8	-.2601	.332	.971	-1.1207	.6005
		semana 2	-.2210	.335	.986	-1.0891	.6470
CRUJIENT	semana 4	semana 6	5.000E-02	.308	1.000	-.7460	.7460
		semana 0	-.1320	.306	.998	-.9247	.6608
		semana 8	.2333	.308	.974	-.5627	1.0293
		semana 2	-5.0000E-02	.310	1.000	-.8528	.7528
		semana 10	.4254	.306	.734	-.3673	1.2181
	semana 6	semana 4	-5.0000E-02	.308	1.000	-.8460	.7460



		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	90% Confidenc e Interval	
	semana 0	-.1820	.306	.991	-.9747	.6108
	semana 8	-.1833	.308	.991	-.6127	.9793
	semana 2	-1.0000E-01	.310	1.000	-.9028	.7028
	semana 10	.3754	.306	.824	-.4173	1.1681
semana 0	semana 4	-.1320	.306	.998	-.6608	.9247
	semana 6	-.1820	.306	.991	-.6108	.9747
	semana 8	-.3653	.306	.841	-.4274	1.1580
	semana 2	8.197E-02	.309	1.000	-.7176	.8815
	semana 10	.5574	.305	.448	-.2321	1.3468
semana 8	semana 4	-.2333	.308	.974	-1.0293	.5627
	semana 6	-.1833	.308	.991	-.9793	.6127
	semana 0	-.3653	.306	.841	-1.1580	.4274
	semana 2	-.2833	.310	.943	-1.0862	.5195
	semana 10	.1921	.306	.989	-.6006	.9848
semana 2	semana 4	5.000E-02	.310	1.000	-.7528	.8528
	semana 6	1.000E-01	.310	1.000	-.7028	.9028
	semana 0	-8.1967E-02	.309	1.000	-.8815	.7176
	semana 8	.2833	.310	.943	-.5195	1.0862
	semana 10	.4754	.309	.639	-.3242	1.2750
semana 10	semana 4	-.4254	.306	.734	-1.2181	.3673
	semana 6	-.3754	.306	.824	-1.1681	.4173
	semana 0	-.5574	.305	.448	-1.3468	.2321
	semana 8	-.1921	.306	.989	-.9848	.6006
	semana 2	-.4754	.309	.639	-1.2750	.3242
SABOR	semana 4	.3500	.323	.888	-.4859	1.1859
	semana 0	-.3623	.322	.871	-1.1947	.4701
	semana 8	8.333E-02	.323	1.000	-.7525	.9192
	semana 2	2.069E-02	.326	1.000	-.8224	.8637
	semana 10	1.475E-02	.322	1.000	-.8177	.8472
semana 6	semana 4	-.3500	.323	.888	-1.1859	.4859
	semana 0	-.7123	.322	.231	-1.5447	1.201
	semana 8	-.2667	.323	.963	-1.1025	.5692
	semana 2	-.3293	.326	.914	-1.1724	.5137
	semana 10	-.3352	.322	.904	-1.1677	.4972
semana 0	semana 4	.3623	.322	.871	-.4701	1.1947
	semana 6	.7123	.322	.231	-1.201	1.5447
	semana 8	.4456	.322	.736	-.3868	1.2781
	semana 2	.3830	.324	.846	-.4567	1.2226
	semana 10	.3770	.320	.848	-.4519	1.2060
semana 8	semana 4	-8.3333E-02	.323	1.000	-.9192	.7525
	semana 6	.2667	.323	.963	-.5692	1.1025
	semana 0	-.4456	.322	.736	-1.2781	.3868
	semana 2	-6.2644E-02	.326	1.000	-.9057	.7804

			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	90% Confidenc e Interval	
		semana 10	-6.8579E-02	.322	1.000	-.9010	.7639
	semana 2	semana 4	-2.0690E-02	.326	1.000	-.8637	.8224
		semana 6	.3293	.326	.914	-.5137	1.1724
		semana 0	-.3830	.324	.846	-1.2226	.4567
		semana 8	6.264E-02	.326	1.000	-.7804	.9057
		semana 10	-5.9356E-03	.324	1.000	-.8456	.8337
	semana 10	semana 4	-1.4754E-02	.322	1.000	-.8472	.8177
		semana 6	.3352	.322	.904	-.4972	1.1677
		semana 0	-.3770	.320	.848	-1.2060	.4519
		semana 8	6.858E-02	.322	1.000	-.7639	.9010
		semana 2	5.936E-03	.324	1.000	-.8337	.8456
RESABIO	semana 4	semana 6	.2500	.325	.973	-.5911	1.0911
		semana 0	-.5623	.324	.507	-1.3999	.2753
		semana 8	1.667E-02	.325	1.000	-.8244	.8577
		semana 2	.1138	.328	.999	-.7345	.9621
		semana 10	.1262	.324	.999	-.7114	.9639
	semana 6	semana 4	-.2500	.325	.973	-1.0911	.5911
		semana 0	-.8123	.324	.121	-1.6499	2.533E-02
		semana 8	-.2333	.325	.980	-1.0744	.6077
		semana 2	-.1362	.328	.998	-.9845	.7121
		semana 10	-.1238	.324	.999	-.9614	.7139
	semana 0	semana 4	.5623	.324	.507	-.2753	1.3999
		semana 6	.8123	.324	.121	-2.5327E-02	1.6499
		semana 8	.5790	.324	.473	-.2587	1.4166
		semana 2	.6761	.326	.302	-.1688	1.5210
		semana 10	.6885	.322	.268	-.1456	1.5227
	semana 8	semana 4	-1.6667E-02	.325	1.000	-.8577	.8244
		semana 6	.2333	.325	.980	-.6077	1.0744
		semana 0	-.5790	.324	.473	-1.4166	.2587
		semana 2	9.713E-02	.328	1.000	-.7512	.9454
		semana 10	.1096	.324	.999	-.7281	.9472
	semana 2	semana 4	-.1138	.328	.999	-.9621	.7345
		semana 6	.1362	.328	.998	-.7121	.9845
		semana 0	-.6761	.326	.302	-1.5210	.1688
		semana 8	-9.7126E-02	.328	1.000	-.9454	.7512
		semana 10	1.244E-02	.326	1.000	-.8324	.8573
	semana 10	semana 4	-.1262	.324	.999	-.9639	.7114
		semana 6	.1238	.324	.999	-.7139	.9614
		semana 0	-.6885	.322	.268	-1.5227	.1456
		semana 8	-.1096	.324	.999	-.9472	.7281
		semana 2	-1.2436E-02	.326	1.000	-.8573	.8324

ESTA TESIS NO SALI  
DE LA BIBLIOTECA

**Homogeneous subsets****GENERAL**

Tukey HSD

	N	Subset for alpha = .10
MUESTRA		1
semana 8	60	6.5167
semana 6	60	6.5833
semana 10	61	6.6721
semana 4	60	6.9667
semana 2	58	6.9828
semana 0	61	7.0984
Sig.		.351

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 59.983.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**APARIENC**

Tukey HSD

	N	Subset for alpha = .10
MUESTRA		1
semana 2	58	6.3103
semana 6	60	6.4667
semana 8	60	6.5167
semana 0	61	6.5574
semana 10	61	6.7377
semana 4	60	6.7667
Sig.		.798

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 59.983.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**TEXTURA**

Tukey HSD

	N	Subset for alpha = .10
MUESTRA		1
semana 10	61	6.7213
semana 6	60	6.7333
semana 4	60	6.8667
semana 8	60	6.9833
semana 2	58	7.0517
semana 0	61	7.3115
Sig.		.363

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 59.983.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**DUREZA**

## Tukey HSD

	N	Subset for alpha = .10
MUESTRA		1
semana 6	60	6.2833
semana 10	61	6.6066
semana 4	60	6.7333
semana 2	58	6.8276
semana 8	60	6.8667
semana 0	61	7.0328
Sig.		.217

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 59.983.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**CRUJIENT**

## Tukey HSD

	N	Subset for alpha = .10
MUESTRA		1
semana 10	61	6.5246
semana 8	60	6.7167
semana 6	60	6.9000
semana 4	60	6.9500
semana 2	58	7.0000
semana 0	61	7.0820
Sig.		.458

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 59.983.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**SABOR**

## Tukey HSD

	N	Subset for alpha = .10
MUESTRA		1
semana 6	60	6.5500
semana 8	60	6.8167
semana 2	58	6.8793
semana 10	61	6.8852
semana 4	60	6.9000
semana 0	61	7.2623
Sig.		.235

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 59.983.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**RESABIO**

## Tukey HSD

	N	Subset for alpha = .10
MUESTRA		1
semana 6	60	6.4500
semana 10	61	6.5738
semana 2	58	6.5862
semana 8	60	6.6833
semana 4	60	6.7000
semana 0	61	7.2623
Sig.		.124

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 59.983.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**ANEXO 3**

Resultados de correlación de calificaciones hedónicas contra resultados fisicoquímicos, elaborados en el programa Minitab® versión 13.

---

12/06/02 18:21:37

---

Welcome to Minitab, press F1 for help.

**Correlations: General, % Humedad**

Pearson correlation of General and % Humedad = 0.107  
P-Value = 0.841

**Correlations: General, Aw**

Pearson correlation of General and Aw = 0.058  
P-Value = 0.913

**Correlations: Apariencia, % Humedad**

Pearson correlation of Apariencia and % Humedad = -0.273  
P-Value = 0.601

**Correlations: Apariencia, Aw**

Pearson correlation of Apariencia and Aw = -0.316  
P-Value = 0.542

**Correlations: Textura, % Humedad**

Pearson correlation of Textura and % Humedad = 0.727  
P-Value = 0.102

**Correlations: Textura, Aw**

Pearson correlation of Textura and Aw = 0.424  
P-Value = 0.403

**Correlations: Dureza, % Humedad**

Pearson correlation of Dureza and % Humedad = 0.765  
P-Value = 0.076

**Correlations: Dureza, Aw**

Pearson correlation of Dureza and Aw = 0.211  
P-Value = 0.689

**Correlations: Crujiente, % Humedad**

Pearson correlation of Crujiente and % Humedad = 0.295  
P-Value = 0.570

**Correlations: Crujiente, Aw**

Pearson correlation of Crujiente and Aw = 0.620  
P-Value = 0.189

**Correlations: Sabor, % Humedad**

Pearson correlation of Sabor and % Humedad = 0.430  
P-Value = 0.394

**Correlations: Sabor, Aw**

Pearson correlation of Sabor and Aw = -0.029  
P-Value = 0.957

**Correlations: Resabio, % Humedad**

Pearson correlation of Resabio and % Humedad = 0.543  
P-Value = 0.266

**Correlations: Resabio, Aw**

Pearson correlation of Resabio and Aw = 0.270  
P-Value = 0.605



**10. REFERENCIAS**

1. Man, C.M.D.; Jones, A.A. (1994) Shelf life evaluation of foods. Ed. Chapman & Hall. New York, pp. 3-8, 202-204, 211-212.
2. PROYNOM-000-SSA-2001; Botanas, Especificación Sanitaria, Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana. Dirección general de control sanitario de productos y servicios. Secretaría de Salubridad y Asistencia.
3. Hoseneý, C.R., (1991) Tentempiés. En Principios de ciencia y tecnología de los cereales. Editorial Acribia. Zaragoza, España pp. 297-307
4. Hoseneý, C.R., (1991) Productos de trigo blando. En Principios de ciencia y tecnología de los cereales. Editorial Acribia. Zaragoza, España pp. 239-265
5. Hoseneý, C.R., (1991) Productos esponjados con levadura. En Principios de ciencia y tecnología de los cereales. Editorial Acribia. Zaragoza, España pp. 199-233.
6. Hoseneý, C.R., (1991) Cereales de desayuno. En Principios de ciencia y tecnología de los cereales. Editorial Acribia. Zaragoza, España pp. 285-295
7. INEGI. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Sector manufacturero: Indicadores de la encuesta industrial mensual por división y clase de actividad económica. I. Productos alimenticios, bebidas y tabaco. 1994-2001
8. Fennema, O.R., Tannenbaum, S.R.(1993) Introducción a la química de los alimentos. En Fennema, O.R., Química de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España pp. 10-17.
9. Belitz, H.D., Grosch, W. (1997). Agua. En Química de los Alimentos Editorial Acribia. Zaragoza, España pp. 2-9.
10. Fennema, O.R. (1993) Agua y Hielo. En Fennema, O.R., Química de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España pp. 55-70
11. Badui, D.S. (1990) Agua. En Química de los Alimentos. Editorial Alhambra Mexicana pp. 26-36.
12. Labuza, T.P. (1993) Estudio integrado de la química de los alimentos: Ejemplos típicos. En Fennema, O.R., Química de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España pp. 1025-1053.
13. Stone, H., Sidel, J. (1993) Sensory evaluation practices. Editorial Academic Press, Inc. U.S.A., 2ª. Edición. pp. 1-14, 18-25

14. Fritz, T., (1989) Evaluación sensorial de los helados. En Fabricación de los helados. Editorial Acribia. Zaragoza, España pp. 227-228.
15. Pedrero, D., Pangborn, R.M., (1989) Métodos Analíticos. En Evaluación sensorial de los alimentos. Editorial Alhambra, México D.F pp. 19,37,39
16. Resurreccion, A.V.H., (1998) Consumer Sensory Testing for product development. Editorial. Aspen Publishers, inc. USA pp. 71-75.
17. Montgomery, C.D., (1991) Diseño y análisis de experimentos. Grupo editorial Iberoamérica, México. pp. 155, 429- 434.
18. O'Mahony, M., (1986) Sensory evaluation of food. Statistical methods and procedures. Marcel Dekker Inc. New York. pp. 2-6, 66, 135-140, 279-300.
19. Ostle, B., (1973) Estadística aplicada. Técnicas de la estadística moderna, cuando y donde aplicarlas. Ed. Limusa-Wiley, S. A. México. pp. 85-95
20. McClave, J., Dietrich, F., Sincich, T., (1997) Statistics. Editorial Prentice Hall, Inc. USA. 7ª edición. pp. 422-423.
21. Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L., (1998) Probabilidad y estadística para ingenieros. Editorial Pearson Educación, México. 6ª edición. pp. 66-69
23. Mendehall, W., Sincich, T., (1997) Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. Editorial Prentice hall Hispanoamericana, S.A. México, 4ª edición, pp. 890-891