



---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE QUÍMICA

“ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE TOSTADAS DE MAÍZ  
BAJAS EN GRASA”

TESIS:

PARA OBTENER EL TÍTULO DE QUÍMICO EN ALIMENTOS

PRESENTA:

MARIA ORTEGA ERA

MEXICO, D.F.

NOV. DE 2010.



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.

## JURADO

PRESIDENTE	FRANCISCA AIDA ITURBE CHIÑAS
VOCAL	OLGA DEL CARMEN VELAZQUEZ MADRAZO
SECRETARIO	HERMILO LEAL LARA
1er Sup.	KARLA MERCEDES DIAZ GUTIERREZ
2do Sup.	JUAN CARLOS RAMIREZ OREJEL

LUGAR DE TRABAJO: LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS  
EDIFICIO A,  
FACULTAD DE QUIMICA, UNAM.

ASESOR: VELÁZQUEZ MADRAZO OLGA

ALUMNA: ORTEGA ERA MARIA

## ***Agradecimientos***

***Gracias a mi madre, mi hijo y  
mi esposo que sin su paciencia  
y comprensión no hubiera logrado nada.***

***También agradezco a la profesora Olga  
por su gran apoyo***

# ÍNDICE

Página

1. Resumen .....	4
2. Introducción.....	4
3. Objetivos.....	7
4. Antecedentes.....	8
5. Metodología.....	19
6. Resultados y discusión .....	27
Desarrollo de los productos .....	27
Análisis Proximal.....	33
Vida de anaquel .....	34
Análisis sensorial.....	50
7. Conclusiones.....	64
8. Recomendaciones .....	64
9. Bibliografía.....	65

## **1. RESUMEN**

Se elaboraron dos tipos de tostadas diferentes que son los siguientes:

Tostadas con sabores de chipotle y de cilantro

Las presentaciones de los productos fueron las siguientes:

En tostadas de 30 piezas en presentaciones de 360 g, con un empaque en celofán impreso.

La elaboración de las tostadas se realizó a partir de la semilla del maíz para poder controlar cada uno de los pasos además de asegurar la calidad del producto.

Posteriormente se realizó un análisis proximal para determinar el balance nutricional de los productos.

Con la formulación final se determinó la vida de anaquel de cada uno de los productos para determinar cuanto tiempo pueden estar circulando en el mercado, con el fin de saber si es viable la producción del mismo.

Por último a los productos desarrollados se les realizó una evaluación sensorial con 100 consumidores para cada uno de ellos con lo cual se estudió la aceptación del mismo en el mercado además de posibles precios.

## **2. INTRODUCCIÓN**

La gran oferta de productos alimenticios procesados que hay actualmente en el mercado, proporciona al consumidor una gran variedad de experiencias sensoriales nuevas, cada vez más marcadas y audaces. Pero esta competencia en el desarrollo de productos, especialmente en algunos rubros, como el de las botanas, ha hecho que el consumidor ignore las propiedades nutricionales y únicamente se fije en las sensoriales.

Por otro lado, el consumo de tostadas es cada vez más cotidiano, en vista del ritmo de vida acelerado que llevamos, de la facilidad para consumirlas y de sus precios, aparentemente bajos; además, de ser productos empacados e higiénicos, pero no siempre con un buen aporte de nutrientes ni una buena opción para cuidar la salud.

El consumo de tostadas fritas ha tenido una gran demanda a nivel mundial ya que son fáciles de adquirir, de consumir y su sabor y apariencia son muy agradables. En México son especialmente apreciadas (Lujan & Moreira,1997). Lamentablemente muchas empresas que se dedican a producirlas no cuidan la calidad, cantidad de lípidos que utilizan, ni la que queda en el producto final; ese elevado contenido de aceite residual, aumenta el consumo de grasas procesadas y el aporte calórico. Es el caso de la mayoría de las tostadas de maíz, que generalmente se fríen lo cual hace su consumo poco recomendable para la salud.

En los últimos años hay cierta tendencia de algunos sectores de la población, a cuidar más su salud, especialmente en cuanto al consumo de alimentos y a su aporte calórico, debido a que el sobrepeso, la obesidad y sus consecuencias son motivo de preocupación. Por ello, el desarrollo de tostadas que contengan menor cantidad de grasa que las que hay disponibles en el comercio, parece una buena opción.

En la actualidad los consumidores están preocupados por el peligro de la obesidad y sus consecuencias; por lo que estos productos se consideran una buena opción para los mexicanos ya que el maíz es la base de nuestra alimentación por lo que al consumir este tipo de productos además de su sabor y apariencia agradables se puede estar seguro de consumir productos con un menor aporte calórico que generalmente dan los productos fritos, por la gran cantidad de grasa que contienen.

El desarrolló de diferentes tipos de tostadas, a base de maíz y con poca cantidad de grasa que proporcionan al consumidor una buena calidad nutricia, con nuevos sabores no disponibles actualmente en el mercado y que además, ayuden al consumidor a cuidar su salud resulta una investigación interesante.

La incorporación de condimentos como cilantro y chipotle, que son muy apreciados en el gusto mexicano y que combinan bien con otros alimentos de consumo cotidiano.

El principal propósito es brindar al consumidor productos novedosos y con características sensoriales agradables además de propiedades nutricias adecuadas, esperando que sean aceptadas por él.



### 3. OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

❖ Proponer formulaciones de tostadas saborizadas a base de maíz con menor cantidad de grasa con el fin de darle al consumidor mejores opciones para cuidar su salud.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

❖ Elaborar productos de maíz con menor contenido de grasa que los productos comerciales.

❖ Desarrollar nuevos productos a base de maíz: tostadas con cilantro y tostadas con chipotle ambas bajas en grasa.

❖ Realizar un estudio sensorial del producto desarrollado con el fin de saber su aceptación por el consumidor.

❖ Realizar la determinación de la vida de anaquel de los productos desarrollados.

#### **4. ANTECEDENTES**

A nivel mundial, los tres cereales de mayor producción son el trigo, el maíz y el arroz, siendo el trigo el que tiene más área de cultivo, sin embargo el maíz no está muy lejos de él, ya que se consume principalmente en América (Luna, 2002) donde es el cereal más importante en la actualidad y fue el único cereal conocido hasta la llegada de los españoles, por lo que fue la base de la alimentación de todas las culturas de la región.

En la actualidad se conocen variedades diferentes de maíz y se le han asignado más de 200 sinónimos (Dendy, 2004).

##### **Usos del maíz**

El maíz tiene una gran variedad de usos a nivel mundial ya que se utiliza para pienso, para la producción de almidón y de aceite, como cereal para desayunos, para aperitivos como las palomitas de maíz y las botanas extrudidas. También se obtienen del maíz, los jarabes de glucosa y fructuosa que se utilizan como edulcorantes o espesantes; además de estos usos a nivel industrial, el maíz se transforma en gran variedad de productos como son tortillas, pinole, tostadas, fritos, totopos, Nachos, tamales, tacos, quesadillas, sopes, chalupas, garnachas, panuchos y “hominy”(Comida a base de maíz gruesamente molido y hervido en leche o en agua), maíz para cervecería, entre muchos más, por lo que el maíz tiene una gran importancia ya que es la base principal de muchas dietas en diferentes países de América Latina entre lo que se encuentra nuestro país (Dendy, 2004).

Existen muchas variedades de maíz; cada una de estas variedades tiene diferentes usos debido a sus características ya que hay maíz que se utiliza específicamente para alimentación animal o maíz específico para obtención de jarabes de glucosa y fructuosa, incluso hay maíz genéticamente modificado, como los de alto contenido de

lisina o los de alto contenido de amilosa que han sido modificados para aumentar el rendimiento en la obtención de estos productos.

### **Tipos de molienda del maíz**

Para la elaboración de derivados de maíz se utilizan dos tipos de moliendas, molienda húmeda y molienda seca. La molienda húmeda se aplica después de la nixtamalización, que es un proceso de maceración en el cual los granos se remojan en una solución de hidróxido de calcio (  $\text{Ca(OH)}_2$  ) a una temperatura de 95 a 105°C, con lo cual se hinchan una o dos veces su tamaño de tal modo que llega a contener 42% de humedad.

Después del proceso de nixtamalización, se enjuaga el grano y se elimina el agua restante; a continuación se hace la molienda del grano el cual se fracciona en función de las características del tamaño y sedimentación de los componentes subcelulares de las semillas (Dendy, 2004).

En la molienda seca se utilizan molino giratorios y en ella el maíz se muele en seco; apunta a una completa separación del pericarpio, germen y endospermo corneo como trozos discretos; removiendo, tanto como sea posible, el germen y pericarpio para dar un producto con bajo contenido de grasas y fibra; recuperando por una parte la mayor proporción posible de germen como trozos grandes y limpios; este sistema consume gran cantidad de energía por lo que es más costoso y de hecho se utiliza para la obtención de sémolas o *grits* que se utilizan en cereales para desayunos ( Robitini , 2001).

### **Freído de los alimentos**

Entre la gran variedad de productos que se obtienen del maíz, se encuentran las frituras que también tienen diversas presentaciones y gran consumo en muchas partes del mundo (Dendy, 2004). Estos alimentos tienen una gran demanda a nivel mundial

ya que son económicos además de tener sabor y apariencia muy agradable; constituye un gran grupo dentro de los alimentos fritos y contribuyen de manera significativa en los cambios en el patrón de la alimentación (Lujan & Moreira, 1997).

El freído es un proceso de cocción por inmersión en aceite, a temperaturas elevadas, de 160 a 180°C, lo cual genera reacciones de deshidratación, caramelización y Maillard, entre otras, que generan en los productos una textura peculiar y un excelente sabor; además la cocción es muy uniforme por la inmersión en el aceite, lo cual es otro factor de calidad en estos productos (Boskou,1999). Las temperaturas más altas suelen producir un pardeamiento superficial antes de que el interior esté completamente hecho; estas temperaturas se pueden justificar si el alimento se fríe por un tiempo más corto (1-2 minutos); las altas temperaturas también provocan que la grasa se oxide, dando como resultado un desarrollo temprano de la tendencia a la formación de espuma, un definitivo oscurecimiento del color y un incremento notable en la tendencia de las grasas a producir humo (Lawson, 1994).

El alimento absorbe grasa durante el proceso de cocinado. Normalmente del 4 al 30 % del peso final del alimento frito es grasa absorbida que tiende a acumularse cerca de la superficie del alimento frito; esta grasa añade una textura deseable al alimento y le proporciona una calidad comestible satisfactoria (Lawson, 1994).

Las grasas empleadas en la fritura por inmersión experimentan gradualmente ciertos cambios químicos durante su uso. Los cambios más importantes son: formación de color, oxidación, polimerización e hidrólisis, que llevan a cambios físicos como el desarrollo de olores y sabores (Belitz, 2004).

Comúnmente cuando tenemos alimentos fritos grasosos es porque se frieron a temperatura demasiado baja o porque contenían una cantidad excesiva de agua, la

cual produce una excesiva caída de la temperatura y puede dar como resultado alimentos fritos grasosos. Cuando el alimento esté frito, debe retirarse inmediatamente del aceite y drenarse (Ziller, 1996).

### **Características sensoriales**

La aceptación de un alimento depende de muchos factores, entre los que destacan sus propiedades sensoriales en las que se incluye el color, como primer contacto, el sabor, el aroma, la textura y hasta el sonido que se genera durante su consumo (Badui,1996).

Los compuestos responsables del aroma y del sabor son los constituyentes que están en la menor concentración en un alimento, pero que cumplen una función muy importante (Badui,1996).

### **Sabor**

El sabor implica una percepción global integrada por excitaciones causadas en los sentidos del gusto y del olfato, y en muchas ocasiones, acompañada paralelamente de estímulos visuales, táctiles, sonoros y hasta de temperatura, por lo que el sabor es una respuesta compuesta por muchas sensaciones y cuyo resultado es aceptar o rechazar el producto (Badui,1996).

### **Olor**

El olor es una sensación percibida por el sentido del olfato; por la acción de inhalar, se genera el estímulo de ciertas sustancias volátiles de bajo peso molecular en las terminaciones nerviosas de la nariz (Belitz, 2004)

En la elaboración de productos novedosos se busca ofrecer al consumidor algo que no exista, que proporcione sensaciones nuevas, por lo que la utilización de mezclas de ingredientes que no se hayan utilizado, es una fuente de nuevos productos. Por otro lado, el consumidor está empezando a considerar si lo que le ofrecen es bueno para su

salud, además de ser agradable; las botanas generalmente no aportan beneficios, por lo que al elaborar productos que integren el maíz y frijol, que se complementan en términos de proteína por sus contenidos diferentes de aminoácidos esenciales, podemos ofrecer al consumidor un producto con mejor calidad nutricia.

## **Condimentos**

En tanto que la adición de condimentos como el cilantro le puede dar a las tostadas un toque agradable, ya que estamos acostumbrados a este tipo de sabores.

### **Cilantro**

El cilantro es una planta herbácea anual que pertenece a la familia de las Umbelíferas. La raíz es suave y poco ramificada, el tronco es erecto de una altura de 30-50 cm, la parte superior es, en cambio ramificada.

Las hojas inferiores son apenas formadas y provistas de tallo, las superiores son irregulares y sin tallo. Las flores pueden ser blancas o rosadas, reunidas en umbelas. El fruto es en forma de globo, de un color amarillo paja. Se utiliza para conferirle sabor a un sin fin de alimentos (Muller, 1994).

### **Chipotle**

La comida mexicana tiene la característica de tener dentro de la gran variedad de alimentos, chiles que todos los mexicanos consumen en gran cantidad por lo que decidimos realizar tostadas de chipotle para conferirle a este producto el sabor picante y característico de este tipo de chile.

El chile Chipotle es chile jalapeño seco y ahumado, de color marrón. Se le puede encontrar en diversas variedades de salsa en los platillos de comida mexicana. El nombre original en náhuatl es *chilpochtli* o *pochilli* que proviene de las raíces *chilli* (chile) y *pochtli* (humo) (Olivas, 2004).

## **Vida de anaquel**

Por ser un alimento de baja humedad se tienen las condiciones para que el producto presente estabilidad microbiológica, sin embargo es susceptible al deterioro químico, ya que presenta una cantidad de lípidos del 6.5 %. Por lo que los ácidos grasos insaturados son más susceptibles al deterioro oxidativo.

La velocidad de oxidación depende de factores como: temperatura, concentración de oxígeno, luz, presencia de antioxidantes (en este caso no se agregó ninguno) y agentes prooxidantes.

La reacción de oxidación del material lipídico interfiere con otros componentes presentes en la formulación como las vitaminas liposolubles, la vitamina A es un claro ejemplo de los fenómenos de cooxidación antes mencionados.

Las proteínas también pueden ser modificadas por su interacción con los radicales libres, generados en la reacción de autooxidación lipídica, o bien por interacción con compuestos carbonílicos, que se puede manifestar en cambios en propiedades funcionales como la solubilidad.

El término de la vida útil de los alimentos se caracteriza por cambios en el sabor, olor, cuerpo, textura y apariencia, el estudio de vida de anaquel puede incluir, evaluación sensorial, microbiológica y composicional. La vida de anaquel se ve influenciada por el tipo de proceso, empaque, almacenamiento, además de los sistemas de distribución del mismo.

Los factores fisicoquímicos del proceso generan diversos cambios, algunos de los cuales hacen más estable el producto, por ejemplo, la reducción de carga microbiana; pero otros pueden favorecer procesos de deterioro, como la lipólisis generada por altas

temperaturas en el proceso. También tienen efecto en la vida de anaquel, diversos factores externos: exposición a la luz, iones metálicos, o temperatura y humedad relativa en el almacenamiento (Fennema, 1985).

La actividad de agua y el pH influyen en la estabilidad microbiológica del producto. El empaque debe proteger la producto, según se requiera, de la humedad, gases, cambios de temperatura y absorción de olores; por supuesto, debe proveer también protección física.

Para determinar la vida útil del alimento se debe de seguir las etapas a continuación descritas.

1. Determinar la seguridad microbiológica y los parámetros de calidad de la formulación.
2. Determinar, mediante análisis de los ingredientes y del proceso, cuáles son las reacciones químicas responsables de la pérdida de calidad.
3. Seleccionar las temperaturas de almacenamiento, dependiendo del producto (Al menos dos).
4. Seleccionar las pruebas a realizar y la frecuencia a la que deberán realizarse en función de la temperatura.

Este procedimiento se basa en la determinación de cambios en algunas características durante algún tiempo. (Singh, 1994).

En el caso de las tostadas, por el fuerte proceso térmico y la baja  $a_w$ , no hay gran riesgo microbiológico. Pero si es un factor de calidad importante, la estabilidad de las grasas, aún en tostadas horneadas, como las que se proponen en este trabajo, pues tienen algo de la grasa del maíz.

### **Reacciones químicas responsables de la pérdida de calidad del material lipídico.**



Los alimentos son especialmente susceptibles al deterioro causado por la oxidación de la grasa, la cual se ve favorecida cuando el contenido de agua es bajo, por el tipo de empaque usado, temperaturas de almacenamiento por encima de 20°C , y la adición de antioxidantes, que en dosis no adecuadas pueden actuar como prooxidantes (Gray, 1992).

### Autooxidación

La autooxidación de los lípidos se lleva a cabo con la presencia de oxígeno molecular, es la principal reacción involucrada en el deterioro producido por la oxidación de los lípidos.

Para explicar la reacción se presenta un mecanismo simple por radicales libres que consta de tres etapas.

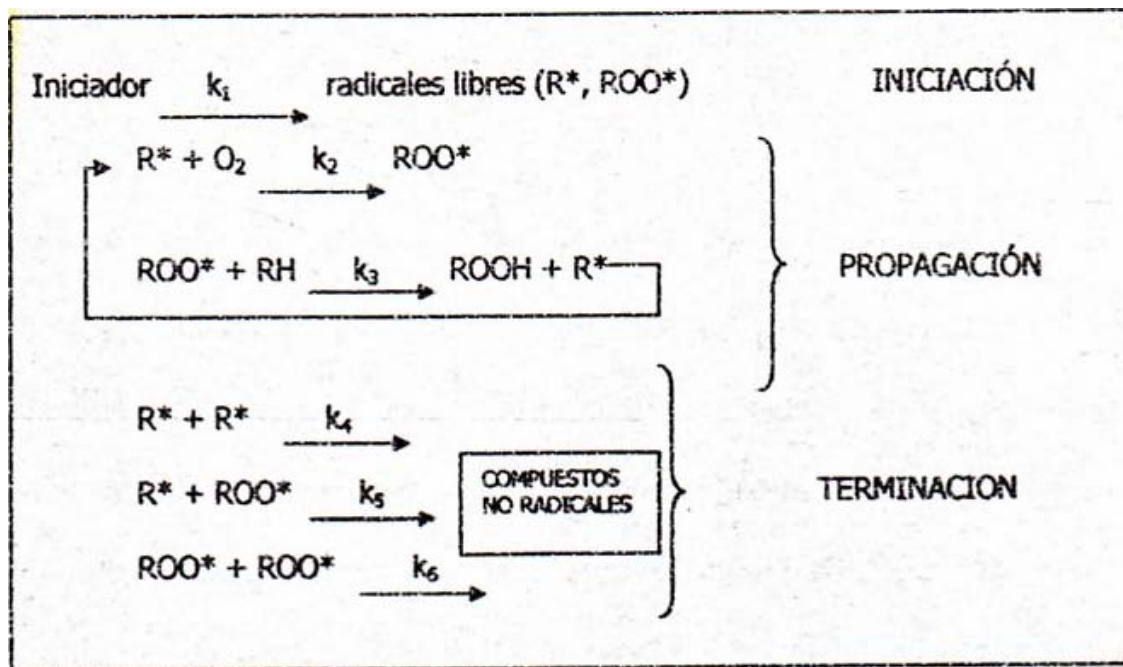
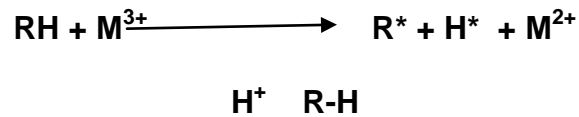


Figura 1. Mecanismo general de la reacción de auto oxidación, (Fennema, 1985).

## Iniciación

El paso inicial de la autooxidación de ácidos grasos insaturados y sus ésteres es la formación de radicales libres.

La formación del radical libre  $R^*$  del grupo  $RH$  se puede atribuir a la acción del calor, irradiación visible y ultravioleta. O bien a la acción de los metales como catalizadores en la producción de radicales libres de  $RH$  por el mecanismo



## Propagación

La propagación toma lugar una vez que se alcanza cierto nivel de radicales libres ( $R^*$ ). La reacción en cadena se propaga al captar átomos de H en las posiciones  $\alpha$  de los dobles enlaces ( $R^*$ ), Posteriormente se produce la adición de oxígeno singlete para obtener peróxidos  $ROO^*$ , los cuales son capaces de captar H de los grupos metilénicos  $RH$  de otras moléculas para dar hidroperóxidos  $ROOH$  y grupos  $R^*$ ; capaces de reaccionar con oxígeno provocándose una reacción en cadena como se acaba de describir (Nawar, 1993).

## Terminación

Los hidroperóxidos formados en esta etapa son los productos primarios de la autooxidación lipídica, son inodoros e insípidos, pero capaces de intervenir en numerosas y complejas reacciones de ruptura e interacción que pueden llevar a la producción de compuestos de pesos moleculares distintos, asociados a la producción de olores desagradables y sabores rancios (Adashi, 1995).

La evolución de la propagación de la reacción en cadena transcurre muy lentamente, razón por la cual se dice que esta fase determina la velocidad de la reacción. (Belitz y Grosh, 1998).

### **Formación de productos secundarios de oxidación**

Los hidroperóxidos se descomponen conforme se producen. En las primeras etapas de la autooxidación, la rapidez de formación es mayor que la de descomposición, pero en las últimas etapas ocurre lo contrario.

La primera etapa de la descomposición del hidroperóxido es la ruptura del enlace oxígeno-oxígeno del grupo hidroperóxido, lo que da lugar a un radical alcoxilo y a un radical hidroxilo.

La segunda etapa es la ruptura del enlace carbono-carbono a uno u otro lado del grupo alcoxilo, que puede dar lugar a la formación de aldehídos, cetonas, ácidos procedentes de la oxidación, son los causantes de los sabores y olores característicos de los alimentos pasados o enranciados (Fennema, 1985).

### **Métodos de análisis**

#### **Extracción de grasa por lotes**

Este método hace uso de la solubilidad intrínseca de la sustancia a separar; es claro que un compuesto no polar es soluble en un disolvente no polar (Hoffman, 1989). La extracción se realiza en frío para evitar el daño del material lipídico y por lotes para incrementar la eficiencia.

## Índice de peróxido

### Método

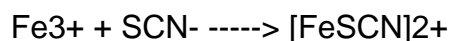
Disolver una cantidad conocida de grasa o aceite en una mezcla de diclorometano/metanol (70:30).

Colocar el equivalente a 0.001-0.1 g de lípidos en un tubo de vidrio y llevarlo a 10 mL con el mismo disolvente: Adicionar 0.05 ml de una solución de tiocianato de amonio (30%), mezclar y medir la Absorbancia a 500nm frente a un blanco de solventes( $E_0$ ). Adicionar 0.05 mL de solución de cloruro ferrosos ( $FeCl_2$ ), al 0.35% con 2% de HCl 10M, mezclar y tomar el tiempo. Después de exactamente 5 min medir la absorbancia a 500 nm ( $E_2$ ).

Simultáneamente hacer una determinación del blanco ( $E_1$ ).

Preparar una curva de calibración previamente con cloruro ferrico ( $FeCl_3$ ) en concentraciones que contengan entre 5 y 50  $\mu g$  de fe/10 mL. El  $FeCl_3$  debe encontrarse disuelto en la mezcla de disolventes. La curva de calibración se prepara mezclando 10 mL de cada disolución de  $FeCl_3$  con 0.05 mL de tiocianato de amonio y 0.05 mL de HCl 0.2 M, leyendo a la misma longitud de onda.(Iturbe , Sandoval,2005).

Este es un método colorimétrico indirecto. Se basa en que a una muestra que contenga peróxidos se adiciona un reactivo de hierro (II); en la muestra se llevará a cabo la oxidación electroquímica de hierro (II) a hierro (III) (Jiang et al, 1992)y éste último será cuantificado por su reacción de complejación con tiocianato mostrando un color rojo característico. (Kirk, 1991).



## Índice de Kreis

Pesar de 0.1-0.2 g de grasa, adicionar 10 mL de diclorometano , mezclar adicionar 5 mL de ácido tricloroacético (al 30% en ácido acético), y 1 mL de una solución de fluoroglucinol en ácido acético( al 1%).

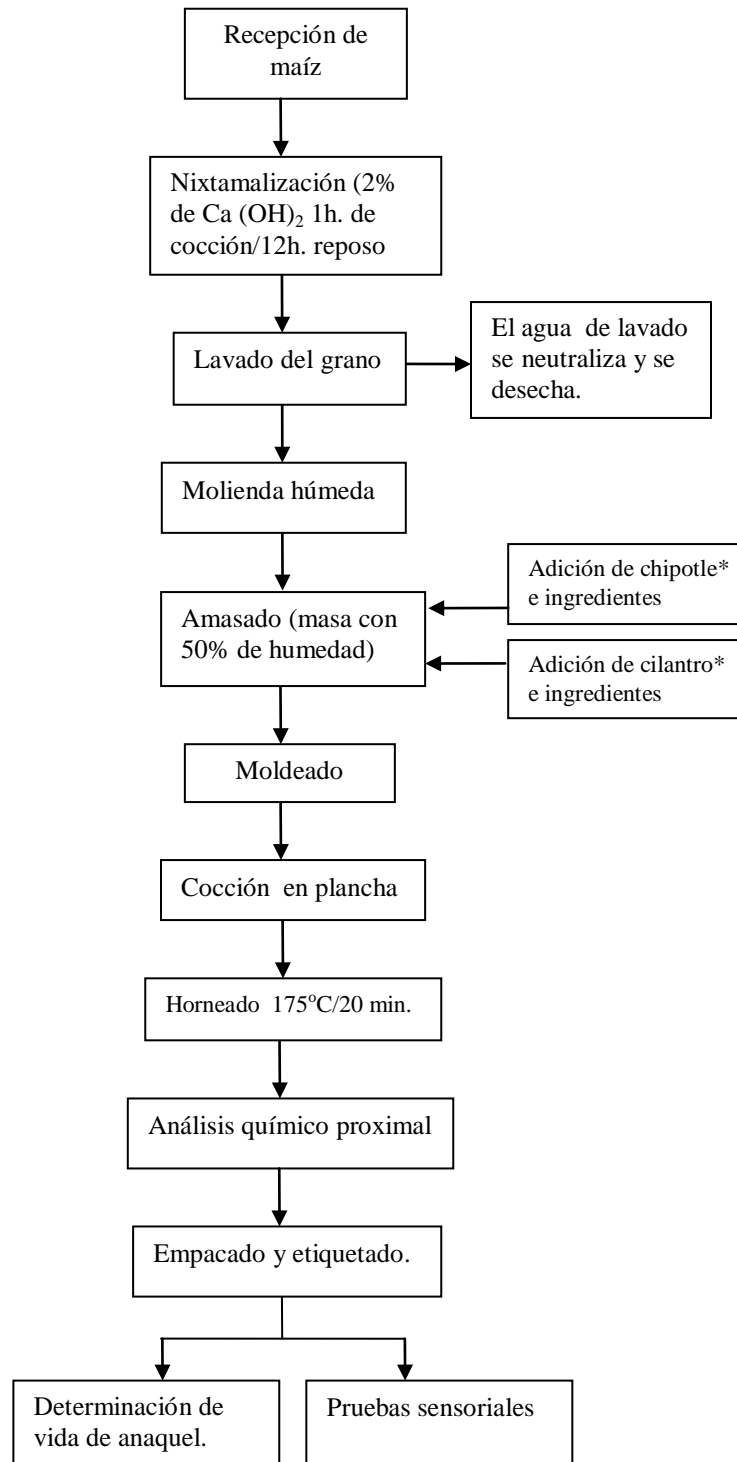
Colocar los tubos en baño de vapor a 40°C durante 15 min., transcurrido este tiempo , enfriar los tubos y añadir 4 mL de etanol, mezclar y leer la absorbancia a 550nm.

La fluoroglucina reacciona en medio ácido con las grasas oxidadas, dando una coloración roja, cuya intensidad aumenta con el deterioro, debido probablemente a la presencia de de aldehído malónico o de aldehído epihidrínic. (Aurand et al, 1987).

## **5. METODOLOGÍA**

Para el desarrollo de este producto se realizó cada uno de los pasos descritos en el siguiente diagrama de flujo:

## Proceso general



## **Recepción de materia prima**

Se realizaron pruebas generales de aceptación a las materias primas:

### **En maíz**

Se realizó una inspección visual para detectar alteraciones o defectos evidentes en este; se determinó la temperatura de la muestra para observar si presentaba alguna actividad metabólica como geminación del grano; ya que se genera calor por lo que se determinó en cinco zonas diferentes dentro del recipiente que contenía el grano. También se limpiaron las impurezas ya que podía contener insectos, materia extraña, etc. Por último se determinó la humedad del grano por medio de un higrómetro para granos; ya que se relaciona con las condiciones de almacenamiento del grano y por tanto tiene que ver con su estabilidad y sanidad, una humedad alta puede favorecer la germinación y el desarrollo de plagas.

### **En otros ingredientes**

**Chipotle** : Este producto se utilizó procesado; es decir en lata ya preparado en adobo, se adquirió de la marca **San Marcos** por ser un proveedor confiable debido a que sus estándares de calidad están establecidos lo cual garantiza que la calidad del producto siempre será la misma.

**Cilantro**: Se Utilizó cilantro fresco en el cual se revisó la calidad por lo que se observó que estuviera en muy buenas condiciones ;que no estuviera maltratado o en estado de putrefacción ya que es una planta muy delicada y que por las condiciones en que se cultiva contiene una gran cantidad de microorganismos que pueden hacer que se descomponga en poco tiempo. Posteriormente a la selección se realizó el proceso de deshidratación en estufa durante 10 min a 120°C en donde se observó que el producto tuvo pérdida de volátiles ya que el aroma era casi imperceptible.

## Pesado de ingredientes para formulaciones

### Tostadas de chipotle

Se partieron de formulaciones experimentales y se modificaron en función de los resultados de las evaluaciones sensoriales.

**Tabla 1.** Formulaciones prueba tostadas de chipotle

Ingredientes	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Masa de maíz nixtamalizado(g)	1 000	1 000	1 000
Chipotle molido(g)	20	40	60
Sal refinada(g)	10	20	20
Cebolla deshidratada(g)	5	10	5

### Tostadas de cilantro

**Tabla 2.** Formulaciones prueba tostadas de cilantro

Ingredientes	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Masa de maíz nixtamalizado (g)	1 000	1 000	1 000
Cilantro deshidratado (g)	6	10	15
Sal refinada (g)	10	20	20
Cebolla deshidratada(g)	5	10	5

- Ingrediente para nixtamalización

1Kg. De maíz

2% de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

3.0 L de agua

### Nixtamalización

La nixtamalización es un proceso, prehispánico, extraordinario desde el punto de vista tecnológico, que consiste en la lixiviación del grano de maíz, mediante un tratamiento térmico alcalino. Este tratamiento consiste en la cocción del grano en agua con 2 % de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , a 75-100° C durante 60 min., Seguido de un reposo de 12 horas. Este



tratamiento produce importantes cambios físicos y químicos en el grano, y da como resultado masa apta para la elaboración de tortillas y otros productos tradicionales. (Díaz, Velásquez & Santillana, 2004).

### **Lavado del grano**

Después del reposo, el agua de cocimiento o nejayote se drena, el nixtamal se lava con agua limpia para remover el pericarpio y el exceso de cal. En el proceso tradicional se producen 3 partes de agua por cada unidad de grano que deben tratarse antes de eliminarlos por el drenaje, pues son altamente contaminantes por su contenido de materia orgánica y por su pH; como se había comentado anteriormente (Díaz, Velásquez & Santillana, 2004).

### **Molienda húmeda**

En este paso se tritura el grano para formar la masa, en un molino, durante la molienda se adiciona agua para reducir la generación de calor y obtener una textura óptima de la masa, que se logra porque continua la gelatinización de los gránulos de almidón. La adición de agua también ayuda a la distribución, solubilización y adhesión de gránulos de almidón, proteínas, paredes celulares y lípidos. La masa contiene partículas pequeñas de germen, pericarpio, aleurona, gránulos de almidón libre así como sólidos y lípidos disueltos y/o dispersos en el agua (Díaz, Velásquez & Santillana, 2004).

### **Amasado**

En este paso del proceso se le agregan a la masa las especias y condimentos que le darán el sabor al producto final; además de que se mantiene junta la masa y se homogeniza el porcentaje de humedad en todas las áreas de esta por lo que el amasado se realizará el tiempo que requieran en incorporarse todos los ingredientes y en tener una masa con consistencia adecuada.

## **Moldeado**

Las porciones de masa son de 35g . Se moldea con prensas manuales, formando un disco de unos 15 cm. de diámetro

## **Cocción**

Se realiza en una superficie caliente a unos 200° C. Durante el cocimiento la tortilla pierde aproximadamente un 12% de humedad, se pierde la cristalinidad y se avanza en la gelatinización del almidón; esta no es total debido a la limitada disponibilidad de agua, así como a la alta temperatura y corto tiempo de resistencia en el comal. También hay desnaturalización de proteínas que produce un efecto de adhesión y da lugar a la consistencia característica de la tortilla, así como un ligero oscurecimiento, debido a reacciones de Maillard (Díaz, Velásquez & Santillana, 2004).

## **Horneado**

Este paso es para disminuir la cantidad de aceite ( se utilizó aceite de girasol) ya que durante el freído absorbe hasta un 25 % del mismo, con lo que al hornear el producto por 20 min. a 175° C con solo una mínima cantidad de aceite , se reduce considerablemente la absorción en la tostada , con lo cual se ha visto que adquiere las mismas características sensoriales que al momento de freírla ( Luján & Moreira,1997), además de mejorar sus características como textura, es más crujiente y tiene mejor sabor .

## **Análisis Químico Proximal**

Al inicio se determinó el contenido de humedad en la muestra por medio de termobalanza; este método se basa en evaporar de manera continua la humedad de la muestra y el registro continuo de la pérdida de peso, hasta que la muestra se sitúe a peso constante.

Se determinó el contenido de grasa con el método de Soxhlet con éter etílico ya que con los resultados además de complementar la tabla nutricional comparar el contenido de grasa del producto con un producto comercial (Pearson, 1993).

Posteriormente se realizó la determinación de cenizas en mufla a 550°C; En este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza.

Por último se determinó la cantidad de proteína en la muestra por medio del método de Kjeldahl que determina la materia nitrogenada total.

La determinación de carbohidratos se realizó por medio de diferencia, ya que se sumo el porcentaje de cada uno de los resultados anteriores lo cual no da el 100% por lo que faltaba se tomo como los carbohidratos.

### **Empacado y etiquetado.**

El empaçado se realizó manual en bolsas de celofán estampadas colocándole la fecha de producción y la fecha de caducidad además del lote, el etiquetado será manual.

Se utilizó este tipo de empaque debido a que los productos del celofán se hacen de la celulosa de algodón por lo que se degradan más rápido, además evita el paso de la humedad, resiste bien el calor (190°C), es impermeable a varios gases y tiene buena fijación a la impresión ( En caso de requerirlo) por ultimo es muy utilizado en alimentos.

### **Pruebas sensoriales**

Primeramente se realizaron pruebas de grado de satisfacción (Utilizando escalas hedónicas) para ver cuanto le gusta o le disgusta al consumidor (con 10 jueces) y con ello hacerle mejoras al producto, para posteriormente cuando se tenga una

formulación ideal hacer pruebas de aceptación además de un estudio de hábitos del consumidor con el producto final para saber si el consumidor compraría o no el producto (Anzaldúa, 1994, ).

### **Vida de anaquel**

La determinación de la vida de anaquel de los productos desarrollados es muy importante ya que de ello depende el tiempo que pueden estar disponibles en el mercado y/o en las alacenas de los consumidores. El límite de la vida de anaquel es caracterizado por el sabor, olor, apariencia y textura del producto. La evaluación de los cambios puede hacerse a partir de los atributos sensoriales, la calidad microbiológica y la composición química. En las botanas, los componentes más susceptibles de deterioro son las grasas, también cabe destacar que la vida de anaquel esta influenciada por otros factores como el tipo de proceso, empaque, almacenamiento y sistema de distribución.

En este caso solo se midió el desarrollo de los productos de la oxidación de las grasas por medio de un solo parámetro que es la temperatura por lo que se determinó a tres diferentes temperaturas.

Para el análisis se realizaron pruebas químicas en el producto empacado en bolsas de celofán durante 8 semanas y la extracción del material lipídico se obtuvo por medio del método de lotes posteriormente se hizo la determinación del índice de peróxidos e índice de Kreis para con ello determinar el tiempo en el cual el producto ya no es apto para consumo, por medio del nivel de degradación oxidativa de las grasas.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Desarrollo de las tostadas con chipotle

Se empezó por las tostadas de chipotle, preparando cada una de las formulaciones de prueba para ver qué variaciones de sabor daban al producto y obtener un mejor resultado. En la primera prueba, las tostadas se sometieron a horneado sin previa cocción, horneándose a 175° C por 20 min. .

La opinión de los jueces cada una de las tres formulaciones prueba de la tabla 1 son:

**Tabla 3.** Características de las tres formulaciones

<b>Característica</b>	<b>Formulación 1</b>	<b>Formulación 2</b>	<b>Formulación 3</b>
Color naranja	Muy leve	Se ve bien	Se ve un poco fuerte
olor	Muy leve	Bien	Muy fuerte a chile
Sabor a chile	Muy leve	adecuado	Muy picoso
Sabor a sal	Muy leve	Un poco salado	Un poco salado

Se realizó una cuarta formulación con menor cantidad de sal y la cantidad de chipotle de la formulación 2, que es el más adecuado.

**Tabla 4.** Formulación óptima

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad(g)</b>
Masa de maíz nixtamalizado	1 000
Chipotle molido	40
Sal refinada	18
Cebolla deshidratada	10

En el horneado, las tostadas se agrietaron y por tanto quedaban con un aspecto muy desagradable, como se observa en la fotografía 1. Por ello se decidió cocerlas en el comal como se hace tradicionalmente para posteriormente hornearlas; se observó que las grietas de las tortillas disminuyeron aunque no en su totalidad por lo que el tiempo de horneado fue de 20 min a 175 °C.



Fotografía 1. Se observan en la derecha las tostadas elaboradas sólo con horneado sin previa cocción en donde se aprecia claramente las grietas, en las tostadas de la izquierda se observan la mejora de las tostadas al realizar una cocción previa en plancha.

### **Uso de aditivos**

Por otro lado se observó que las tostadas quedan muy duras; se probaron diferentes tiempos de horneado y humedad en el horno, con lo que se obtuvieron tostadas más crujientes aunque con un leve sabor a quemado y con una reducción de tamaño notable.

Se realizó una investigación bibliográfica para encontrar algún aditivo que lograría que la tostada quedaría crujiente y se encontraron los siguientes: sorbitol y glicerina que son humectantes; el uso de la glicerina en alimentos es muy variado ya que se utiliza en panadería, en pastas, cereales para desayuno, productos lácteos, etc., por lo que se decidió adicionarla a las tostadas en dos diferentes porcentajes menores que el máximo por (1%) obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 5.** Características de las tostadas con la adición de glicerina (Lím. máximo permitido 10000mg/Kg (Codex stan 249-2006))

<b>Característica</b>	<b>Formulación 1 Glicerina al 0.3%</b>	<b>Formulación 2 Glicerina al 0.6 %</b>
Color naranja	No se efecto	No se afectó
olor	No se efecto	No se afectó
Sabor a chile	No se efecto	No se afectó
Sabor a sal	No se efecto	No se afectó
Crujiente	Esta un poco dura	Esta muy crujiente y se puede masticar con facilidad

Las tostadas adicionadas con el 0.6 % de glicerina quedaron mejor pues ayudo a evitar la perdida excesiva de agua en estas durante el horneado por lo que se decidió adicionar esta cantidad a todos los productos que se elaboraron, el tiempo de cocción se afecto ya que se prolongó hasta 25 min a 175 °C por la adición del mismo humectante. La formulación final para las tostadas de chipotle es la siguiente:

**Tabla 6.** Formulación adecuada

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad (g)</b>
Masa de maíz nixtamalizado	1000
Chipotle molido	40
Sal refinada	18
Cebolla deshidratada	10
Glicerina	6.5

### **Efecto de la forma de adición de aceite en las tostadas**

Se realizó el freído de las tostadas observándose que se sentían grasosas al paladar por lo que se realizó un horneado de las tortillas sin aceite. Se barnizaron de aceite y con aspersión de aceite para ver con cual de los tres métodos era el mejor, además con la adición de aceite en la superficie el sabor de la tostada será muy similar al de la tostada freída ya que se llevarán a cabo muchas reacciones como el pardeamiento en la superficie de la tostadas y otras características de sabor y olor aunque con menor cantidad de grasa.

**Tabla 7.** Características de las tostadas horneadas en función de la forma de adición de aceite

<b>Característica</b>	<b>Sin aceite</b>	<b>Barnizado de aceite</b>	<b>Aspersión de aceite</b>
Textura	Un poco duras	Doradas y crujientes	Doradas y crujientes
Color	Agradable	Agradable	Agradable
Olor	Agradable	Agradable a aceite	Agradable a aceite
sabor	Saben bien aunque un poco difícil de masticarlas	Saben bien , crujientes y tienen el sabor de las tostadas fritas	Saben bien , crujientes y tienen el sabor de las tostadas fritas

Las tostadas a las que se les adicionó aceite quedaron muy bien por lo que se determinó la cantidad de grasa mediante el método de Soxhlet con éter etílico, por duplicado y estos fueron los resultados:



**Tabla 8.** Contenido final de grasa en tostadas de chipotle, horneadas con diferentes formas de adición de aceite (en base seca)

Determinación (Por duplicado)	Contenido de grasa (g/100 g de producto final)		
	Sin aceite	con barnizado de aceite	con aspersión de aceite
1	5.43	6.17	8.37
2	5.23	6.15	8.71
Promedio	5.36	6.16	8.54
Des. Est.	0.11	0.01	0.24
CV	0.01	0.0001	0.11

El ejemplo de cálculos se encuentra en el Anexo 1.

Como se puede ver en los resultados anteriores las tostadas horneadas con el barnizado de aceite contiene menor cantidad que las tostadas con aspersión del aceite, esto es debido a que al adicionar el aceite por aspersión se realizó con un aerosol lo con lo cual se observó que se adicionaban gotas grandes de aceite y para obtener un producto como el que se deseaba se tenía que cubrir toda la superficie lo cual aumentando el contenido de aceite en el mismo; por lo que se eligió el barnizado como forma de adición al producto.

### Comparación del producto con un producto comercial

Finalmente, se comparó el contenido final de grasa obtenido con el análisis de las tostadas horneadas con barnizado de aceite, con tres marcas de tostadas comerciales freídas en aceite.

**Tabla 9.** Contenido de grasa en porcentaje de las tostadas horneadas y de las comerciales

Determinación	Tostadas horneadas con barnizado de aceite	Tostadas ( comerciales) Freídas con aceite *
1	7.09	22.36
2	6.17	27.22
3	6.15	24.44
Promedio	6.47	24.67

Con CV 0.3% y des, est. 0.53

\*Estos datos se tomaron de la tabla nutrimental de tres marcas de tostadas.

- Tostadas el charro del norte
- Tostadas cariocas
- Tostadas milpa real

Se observa que las tostadas que se elaboraron en el laboratorio por el método de horneado con barnizado de aceite tienen hasta un 75 % menos de grasa que las tostadas comerciales con lo que se puede decir que el propósito del producto ha sido alcanzado y además los atributos sensoriales no se ven afectados ya que se tiene el mismo sabor y olor que los productos comerciales además de la textura crujiente característica de las tostadas; por lo que se logró desarrollar un producto con buenas propiedades sensoriales y con menor cantidad de grasa.

### 6.1.2. Tostadas con cilantro

Se realizaron las tres formulaciones presentadas en la tabla 2, a éstas se les adicionó la glicerina por lo que se obtuvieron los resultados de la tabla siguiente:

**Tabla 10.** Características de las tres formulaciones

<b>Característica</b>	<b>Formulación 1</b>	<b>Formulación 2</b>	<b>Formulación 3</b>
Color	Agradable	Agradable	Agradable
Olor	Bien	Muy fuerte a cilantro	Muy fuerte a cilantro
Sabor a cilantro	Agradable	Muy fuerte	Muy fuerte
Sabor a sal	Muy leve	Un poco salado	Un poco salado

Como se puede observar las formulaciones 2 y 3 presentan sabor a cilantro demasiado intenso por lo que se utilizó la cantidad de la formulación 1.

También se ajustó la cantidad de sal a 18 g puesto que con 20g ya presentaban un sabor salado en el producto, por lo que la formulación quedó de la siguiente manera.

**Tabla 11.** Formulación final de tostadas de cilantro

<b>Ingredientes</b>	<b>Formulación (g)</b>
Masa de maíz nixtamalizado	1 000
Cilantro deshidratado	6
Sal refinada	18
Cebolla deshidratada	10
Glicerina	6.5

Estas tostadas se hornearon como las de chipotle, con barnizado de aceite y por 25 minutos a 175° C.

## 6.2 Análisis químico proximal

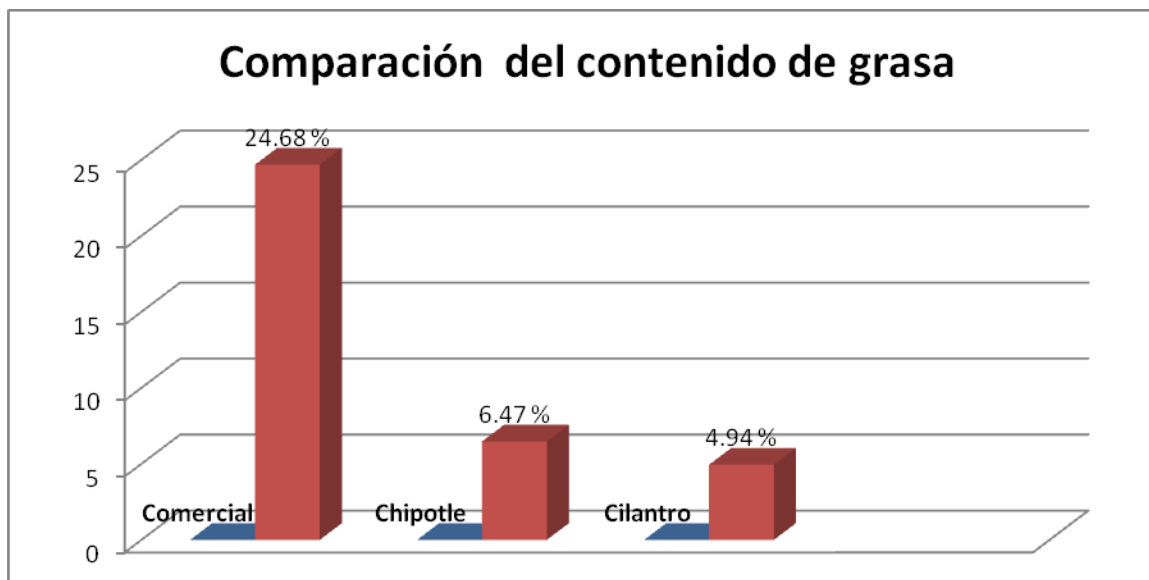
Finalmente, se realizó el análisis químico proximal a las tostadas en su presentación final; en el Anexo 1 se encuentran los resultados de todas las determinaciones y ejemplos de cálculo.

**Tabla 12 .**Resultados del AQP ( %)

	<b>Tostadas de Chipotle (g)</b>	<b>Tostadas de Cilantro (g)</b>
Humedad	6.0711	5.5181
Grasa	6.1593	4.9705
Cenizas	5.4296	5.8396
Proteína	9.3437	9.8742
Carbohidratos	72.9963	73.7976
Aporte en Kcal	378.6819	386.9117

Como se puede observar en la gráfica 1, la cantidad de grasa que aporta cada uno de los productos elaborados es muy poca en comparación con los productos comerciales de su tipo por lo que se pueden consumir con la seguridad de contener una mínima cantidad de grasa.

Por otro lado también se puede observar que las tostadas de cilantro contiene menor cantidad de grasa que las tostadas de chipotle, esto es debido a que en las tostadas de cilantro se utilizó cilantro deshidratado por lo que no contiene grasa y en el caso de las tostadas de chipotle se utilizó un producto procesado que en su preparación se adicionó aceite por lo que se ve reflejado en el análisis.



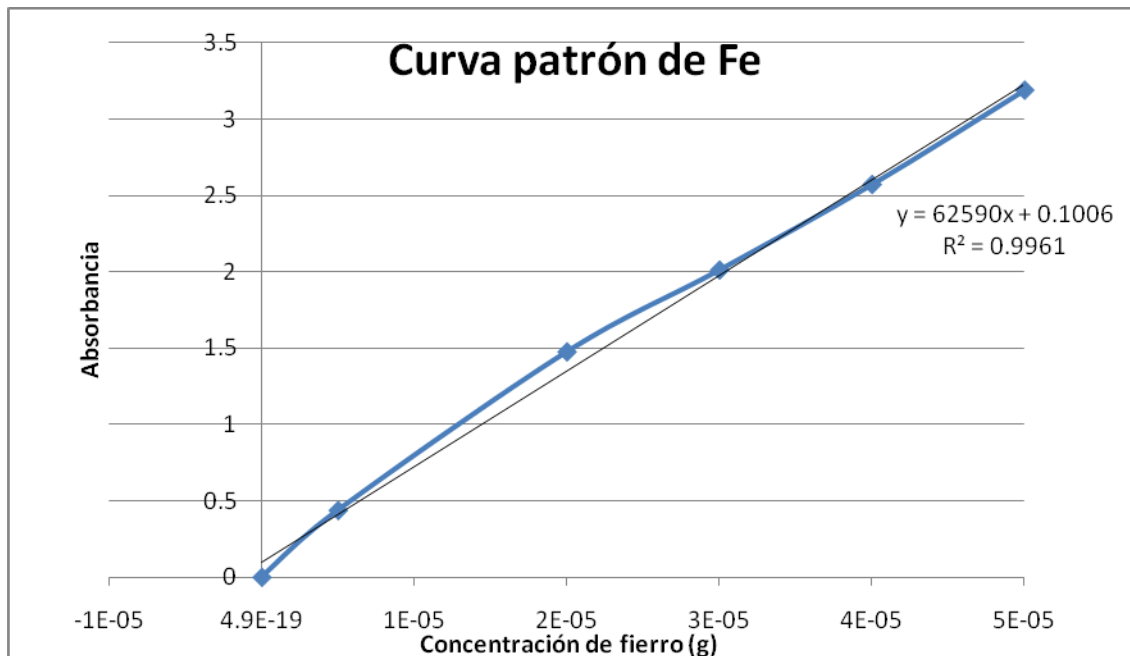
**Grafica 1.** Comparación de la cantidad de grasa entre los productos elaborados y el producto comercial

### 6.3 DETERMINACIÓN DE LA VIDA DE ANAQUEL

La determinación de la vida de anaquel se realizó midiendo el índice de peróxidos; se estableció como límite aceptable 10 meq de peróxido / Kg de grasa (Valor mínimo permitido por CAA Art. 526 bis) ya que en ese nivel aún es imperceptible sensorialmente la rancidez oxidativa. La determinación se hizo con la evaluación del deterioro oxidativo de los lípidos que consistió en la cuantificación de

productos primarios de oxidación mediante el índice de peróxido utilizando el método colorimétrico y posteriormente la determinación de productos secundarios de oxidación cuantificados por el índice de Kreis.

Se realizó una curva patrón de hierro (Fe) para evaluar la producción de peróxidos en la determinación de la vida de anaquel de cada uno de los productos.



**Gráfica 6.3.1.** Curva patrón de peróxidos para la realización de los cálculos.

Se preparó una curva patrón de hierro, con una concentración de 0 a 50µg de hierro empleando una solución de cloruro férrico; que se utiliza para transformar la absorbancia a cantidad de hierro oxidado y por lo tanto la actividad de los peroxidos.

Los cálculos se realizaron considerando: Abs como el número de microgramos de Fe al interpolar en la curva patrón:

$$\text{Abs} = E_2 - (E_0 + E_1)$$

Para utilizar la siguiente formula:

$$\text{Índice de peróxidos} = \text{Abs} / 55.84 * W = \text{mEq de peróxido/Kg de grasa.}$$

En donde W es el peso de la muestra en gramos.

Obteniendo un coeficiente de variación menor a 3%

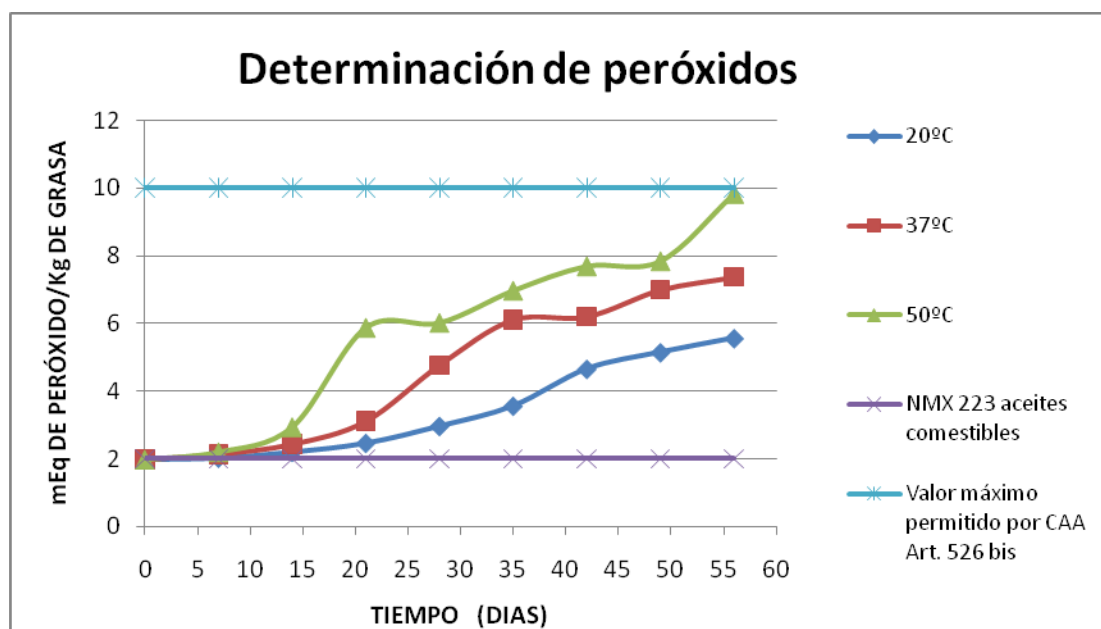
$$y = 62590x + 0.100$$

La linealidad de la curva es de 0.996 que es aceptable para interpolar los resultados de la determinación de peróxidos en el producto.

### 6.3.1 Vida de anaquel de tostadas de chipotle

#### I. Determinación de peróxidos

Se realizó el análisis como se describió en el procedimiento obteniendo los siguientes resultados realizando una gráfica para observar mejor estos:



**Gráfica 6.3.1.1.** Evolución del índice de peróxidos almacenando las tostadas con chipotle a diferentes temperaturas. El límite máximo permitido de índice de peróxidos para el consumo es 10meq/kg en los alimentos (Código Alimentario Argentino (CAA) Art. 526 bis).

En la gráfica 6.3.1.1 se muestran los resultados; se establecieron como referencias el límite que establece la NMX-F-223-1985 de aceites comestibles que es de 2mEq/Kg de grasa (desde luego hay que considerar que éstos no han tenido

calentamiento y las frituras sí) y el límite máximo para consumo en alimentos(Cravero,2004), es 10 mEq /Kg de grasa, puesto que en este punto ya comienzan a desarrollar productos secundarios de oxidación por lo que en sabor, olor y apariencia del producto empiezan a ser desagradables.

En el inicio del estudio correspondiente al tiempo cero se observa que el nivel de peróxidos es muy cercano al mínimo ( De 2 meq/Kg de grasa) , lo cual mantiene al producto dentro de la especificación recomendada en la NMX 223 de aceites comestibles; sin embargo esta concentración de peróxidos resulta elevada considerando que las tostadas son un producto recién elaborado, esto se debe a que fue horneado con lo que ya se sometió a una temperatura elevada.

Se puede observar que en las gráficas correspondientes a 37°C y 50°C se observa que el tiempo de inducción es de 7 días mientras que para la grafica de 20°C se prolonga la inducción hasta 14 días, en donde se observa que la velocidad de formación de peróxidos es baja, es decir corresponde a la etapa inicial en donde se están formando los radicales libres suficientes para iniciar con la siguiente etapa que es la de propagación, con lo que la velocidad de formación de peróxidos es proporcional al tiempo y temperatura de almacenamiento debido a que el producto no esta influenciado por algún antioxidante directamente .

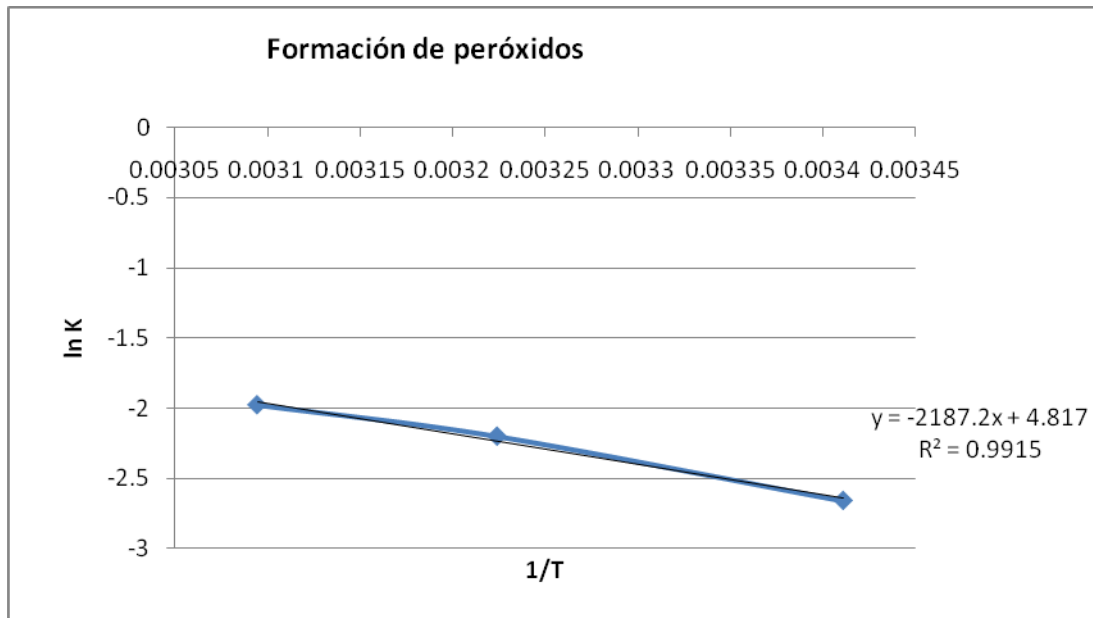
En las muestras almacenadas a 20°C el cambio de pendiente se da después de 35 días, mientras que para las muestras almacenadas a 37°C el cambio se da a 20 días y a 50°C el cambio de pendiente es a 15 días por lo que se puede observar que los cambios de temperatura si influyen en la formación de productos de oxidación primarios ya que aumenta al incrementar la temperatura de almacenamiento de la formulación.

De los resultados antes mostrados se observa que en la etapa de propagación la formación de peróxidos evoluciona de manera exponencial conforme avanza el tiempo de almacenamiento, es decir tiene comportamiento cinético de orden uno; cuando se aplica temperatura mas elevada como es el caso de las gráficas a temperaturas de 37°C y 50°C la etapa de propagación es mas acelerada ya que el valor de los mEq de peróxido/Kg de grasa se eleva rápidamente en comparación de la gráfica a temp. de 20°C que esta etapa de la reacción se lleva a cabo mas lentamente. Por lo que podemos decir que en esta etapa la formación de peróxidos aun baja y por tanto lo es la velocidad de descomposición de los mismos en productos no radicales que contribuyen de manera significativa a la generación de aromas y sabores que provocan la disminución de la calidad del producto y que incluso puede tener efecto de aceptación del consumidor, Así como ser un factor de riesgo por la toxicidad que pudieran presentar los productos secundarios de oxidación entre los cuales destacan los aldehídos y cetonas.

## **II. Parámetros cinéticos de la formación de peróxidos**

De acuerdo a la cinética de orden uno, se calcularon los parámetros cinéticos para cada una de las temperaturas, los cuales se utilizaran para el tratamiento de Arrhenius, graficando el logaritmo de la constante (K) en función del inverso de la temperatura (en escala absoluta), con lo cual se puede estimar el comportamiento del producto a cualquier temperatura de almacenamiento, ya que se permite la extrapolación.





**Gráfica 6.3.1.2.** Tratamiento de Arrhenius para la formación de peróxidos

En la tabla 2.1.1 se presentan la constante de velocidad y el tiempo estimado para que el producto salga de especificación al encontrarse en el intervalo de temperatura de 5 a 50°C.

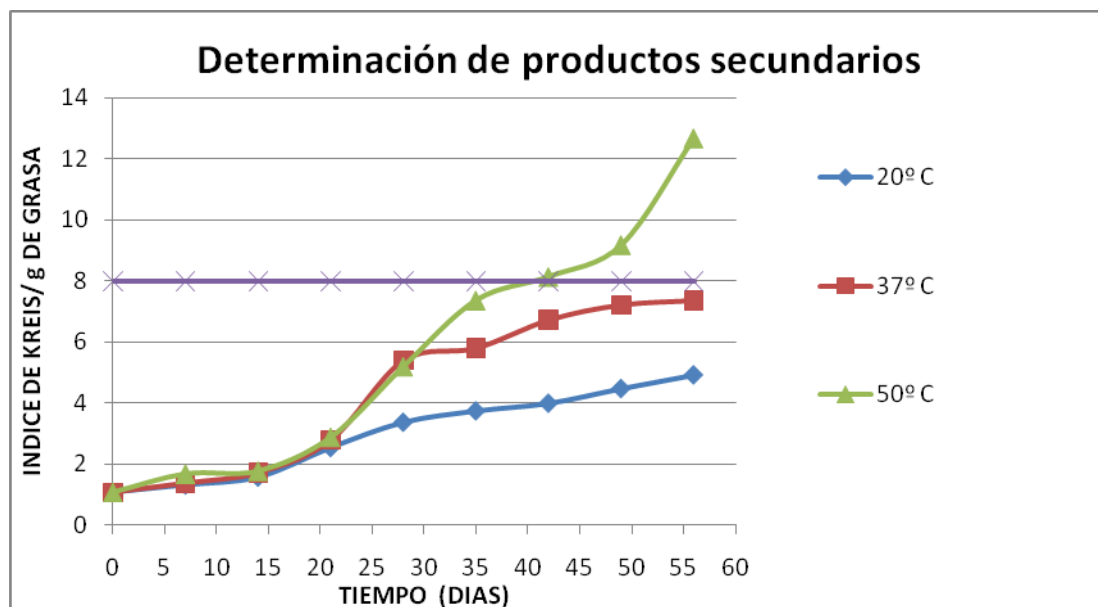
**Tabla 2.1.1.** Parámetros cinéticos de formación de peróxidos.

Temperatura (°C)	K(días <sup>-1</sup> )	Tiempo estimado para alcanzar 10 mEq de peróxido / Kg de grasa (días)
5	$4.7 \times 10^{-2}$	213
10	$5.5 \times 10^{-2}$	182
15	$6.25 \times 10^{-2}$	160
20	$7.11 \times 10^{-2}$	140
25	$8.06 \times 10^{-2}$	124
30	$9.1 \times 10^{-2}$	110
37	$1.07 \times 10^{-1}$	99
40	$1.14 \times 10^{-1}$	89
45	$1.28 \times 10^{-1}$	79
50	$1.42 \times 10^{-1}$	70

Se puede observar que a temperatura ambiente (20°C) el producto elaborado puede durar hasta 4 meses y medio antes de llegar al límite que es de 10 mEq de peróxido /Kg de grasa ( Código Alimentario Argentino (CAA) Art. 526 bis) lo cual es un tiempo razonable para su comercialización tomando en cuenta que se le adiciono antioxidantes directamente ; con lo que para prolongar el tiempo de vida de anaquel se le tendrían que añadir algún antioxidante.

### III. Formación de productos secundarios

La cuantificación de los productos secundarios se determinó por medio del índice de Kreis, en donde se cuantifican los grupos carbonilos presentes en el medio ya que en su mayoría los productos de oxidación secundarios son aldehídos y cetonas.



**Gráfica 6.3.1.3.** Evolución en la formación de los productos secundarios, almacenando las tostadas de chipotle a diferentes temperaturas. En el máximo del índice de Kreis se coloca el valor de 8 índice de kreis /kg de grasa pues se sugiere por el productor porque coincide con la percepción sensorial de rancidez.

En este paso no se obtuvo referencia bibliográfica debido a que este método es cualitativo ya que depende de la percepción del productor por lo que en este caso

se considero como máximo permitido el valor de 8 índices de Kreis/g de grasa debido a la percepción de características sensoriales de rancidez en el producto.

En la grafica 6.3.1.3 se observa el cambio de pendiente en el índice de Kreis para las tres temperaturas es a los 20 días; esto puede ser debido a que el producto en un inicio es elaborado sin antioxidantes por lo que esta expuesto a que en cuanto se producen los peróxidos la reacción de terminación tenga mayor velocidad por lo que se formen productos secundarios al momento en que se forman los primarios. Aunque la velocidad de descomposición de los peróxidos aun es menor que la de formación de los mismos, es posible observar con claridad el efecto de la temperatura de almacenamiento lo cual confirma que este parámetro si influye directamente en las reacciones que están involucradas en la degradación oxidativa del material lipídico.

Hasta los 20 días la rapidez de la formación de productos secundarios aún no rebasa la rapidez de formación de peróxidos en el alimento, es hasta después de este tiempo en el que aumenta la formación de los productos secundarios de forma exponencial con respecto al tiempo de almacenamiento, es decir sigue la cinética de primer orden. Esto indica que la calidad química del producto se reduce de manera significativa dado que la presencia de hidroperóxidos que son relativamente inestables, e intervienen en numerosas y complejas reacciones de ruptura e interacción con compuestos de distintos pesos moleculares, capaces de producir aromas y sabores rancios, siendo además biológicamente significativos.

Como se puede observar la gráfica de 50°C llega al máximo permitido sugerido por el productor que es de 8 índice de Kreis /Kg de grasa a los 40 días con lo que en este nivel en el producto ya se percibe sensorialmente notas de rancidez.

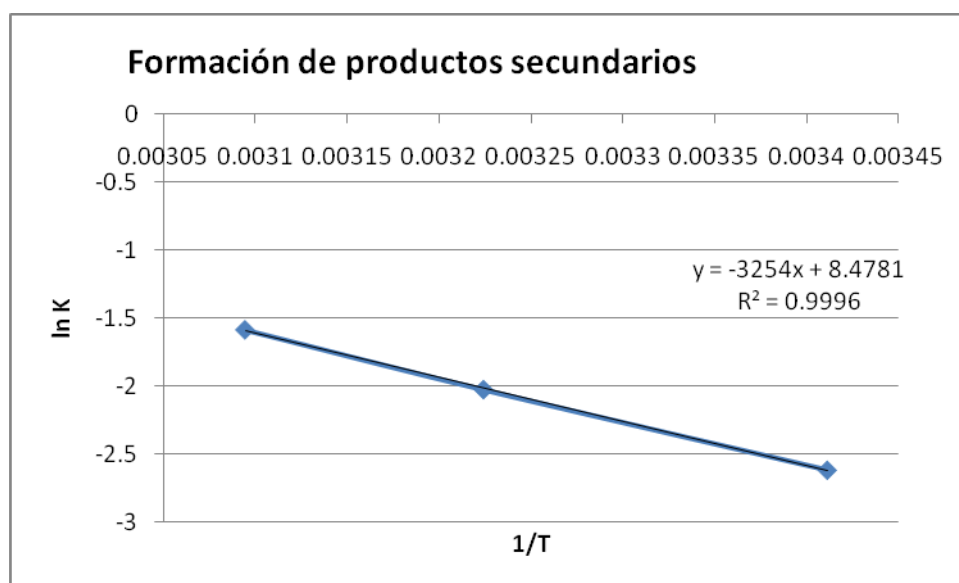
Mientras que las otras gráficas de 37 y 20°C no llegan a ese nivel en el periodo de evaluación.

#### IV. Parámetros cinéticos de la formación de productos secundarios

Como este tipo de reacción es autocatalítica la generación de productos secundarios es un buen indicador de que el proceso de oxidación avanza, ya que se registra un incremento significativo.

Con el manejo de la Ecuación de Arrhenius en la gráfica 6.3.1.4, se puede obtener un estimado del comportamiento de la formación de productos secundarios a cualquier temperatura de almacenamiento.

Como en el caso de la evaluación de los peróxidos el orden de la reacción nos permite conocer los parámetros cinéticos, en donde el tiempo de vida media se refiere al tiempo aproximado en que se tendrá un valor de 8 para el índice de Kreis. Con lo que se incluye la constante de reacción correspondiente para un intervalo de 5 a 50°C.



Grafica 6.3.1.4. Tratamiento de Arrhenius, para la formación de productos secundarios.

Con la ecuación se realizó el tratamiento de Arrhenius con el cual se obtuvo la constante de velocidad y el tiempo estimado en el cual el producto ya no es aceptable para el consumidor por sus características de rancidez en un intervalo de temperaturas de 5 a 50°C; cabe destacar que el producto ( como ya lo mencionamos antes ) no tiene antioxidante adicionado.

**Tabla 2.1.2.** Parámetros cinéticos de las reacciones de formación de productos secundarios de oxidación.

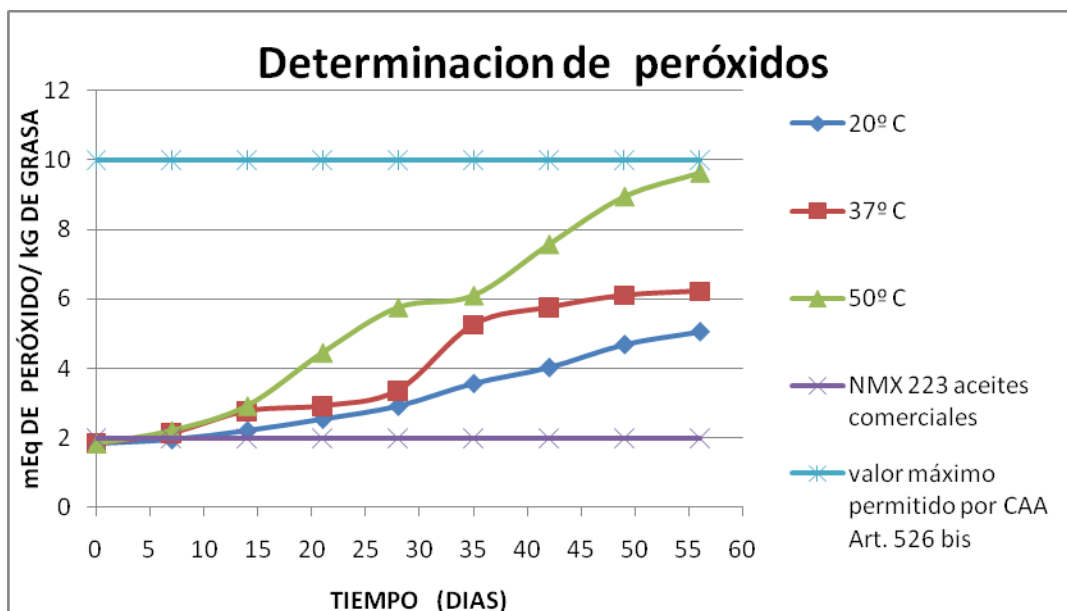
Temperatura (°C)	K(días <sup>-1</sup> )	Tiempo estimado para alcanzar 8 Índice de Kreis / Kg de grasa (días)
5	4.0 x 10 <sup>-2</sup>	200
10	4.9 x 10 <sup>-2</sup>	163
15	6.0 x 10 <sup>-2</sup>	133
20	7.3 x 10 <sup>-2</sup>	109
25	8.7 x 10 <sup>-2</sup>	92
30	1.0 x 10 <sup>-1</sup>	80
37	1.3 x 10 <sup>-2</sup>	62
40	1.5 x 10 <sup>-1</sup>	53
45	1.7 x 10 <sup>-1</sup>	47
50	2.0 x 10 <sup>-1</sup>	40

Como se puede observar comparando la tabla 2.1.1 de peróxidos y la tabla 2.1.2 de Índice de Kreis los valores son un poco diferentes por lo que al tener referencia bibliográfica del índice máximo de peróxidos para el producto se utiliza este debido a que el índice de Kreis es un método solamente cualitativo como lo habíamos mencionado antes y no hay referencias con lo que se puedan comparar los resultados obtenidos .

### 6.3.2 Tostadas con Cilantro

#### I. Determinación de peróxidos

Para la determinación de la vida útil de este producto se realizó el mismo proceso que en las tostadas de chipotle que consistió en la determinación de los cambios en factores fisicoquímicos durante algún tiempo en función de la temperatura.



Gráfica 6.3.2.1. Evolución del índice de peróxidos almacenando el producto a diferentes temperaturas.

En el análisis correspondiente al tiempo cero se observa que el nivel de peróxidos de este producto también fue cercano a 2mEq/Kg de grasa (NMX 223,1985), lo cual mantiene al producto dentro de la especificación recomendada en la NMX 223 de aceites comestibles, por lo que queremos pensar que es debido a que se somete a elevada temperatura durante su elaboración (horneado).

Para las gráficas correspondientes a 37°C y 50°C se observa que el tiempo de inducción es de 7 días mientras que para la gráfica de 20°C la inducción se retarda hasta 14 días, en donde se observa que la velocidad de formación de peróxidos es la misma, en comparación con el caso de las tostadas de chipotle.

En las muestras almacenadas a 20°C y 37°C el cambio de pendiente se da después de 35 días, mientras que para las muestras almacenadas a 50°C el cambio se da a los 15 días y por lo que se puede observar que los cambios de temperatura si influyen en la formación de productos de oxidación primarios ya que aumenta a medida que la temperatura de almacenamiento aumenta, pues en este caso el producto tampoco está influenciado por algún antioxidante.

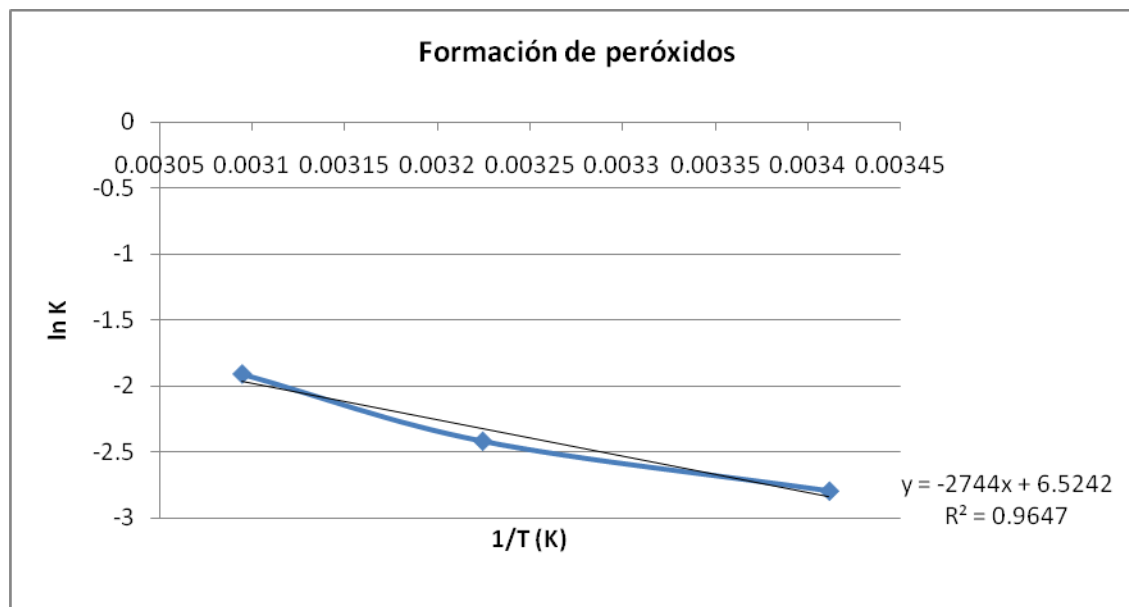
También se observa que la formación de peróxidos en la etapa de propagación en los tres casos evoluciona de manera exponencial conforme avanza el tiempo de almacenamiento aunque en la gráfica de 20°C es más lenta la reacción, por lo que también se considera su comportamiento cinético de orden uno. En esta etapa la velocidad de formación de peróxidos es mayor que la velocidad de descomposición de los mismos en productos no radicales que contribuyen de manera significativa a la generación de aromas y sabores que provocan la disminución de la calidad del producto y que incluso puede tener efecto de aceptación del consumidor.

En el análisis del producto se consideró 10mEq de peróxido /Kg de grasa (Código Alimentario Argentino (CAA) Art. 526 bis) como el valor máximo permitido para el consumo en alimentos puesto que en este punto ya comienzan a desarrollarse productos secundarios de oxidación por lo que en sabor, olor y apariencia del producto empiezan a ser desagradables.

En la gráfica 2.2.1 se observa que en ninguna de las tres se llegó al límite de peróxidos por lo que se piensa que es debido a que el producto solo contiene 4.94 % de grasa que es menor que en las tostadas de chipotle por lo que se conserva durante más tiempo aun sin antioxidantes.

## II. Parámetros cinéticos de la formación de peróxidos

En este caso también se utilizó la ecuación de Arrhenius; en la gráfica 6.3.2.2, se puede obtener un estimado del comportamiento de la formación de productos secundarios a cualquier temperatura de almacenamiento.



**Gráfica 6.3.2.2.** Tratamiento de Arrhenius, para la reacción de formación de peróxidos en fórmula equilibrada

Ya determinados los parámetros cinéticos y con el manejo de Arrhenius, es decir graficando el logaritmo de la constante en función del inverso de la temperatura (en escala absoluta), se estimó el comportamiento del producto a varias temperaturas de almacenamiento.



**Tabla 2.2.1.** Parámetros cinéticos de formación de peróxidos.

Temperatura (°C)	K(días <sup>-1</sup> )	Tiempo estimado para alcanzar 10mEq de peróxido / Kg de grasa (días)
5	$3.5 \times 10^{-2}$	286
10	$4.2 \times 10^{-2}$	239
15	$4.98 \times 10^{-2}$	201
20	$5.86 \times 10^{-2}$	170
25	$6.86 \times 10^{-2}$	146
30	$7.98 \times 10^{-2}$	126
35	$9.25 \times 10^{-2}$	109
40	$1.07 \times 10^{-1}$	94
45	$1.22 \times 10^{-1}$	81
50	$1.40 \times 10^{-1}$	71

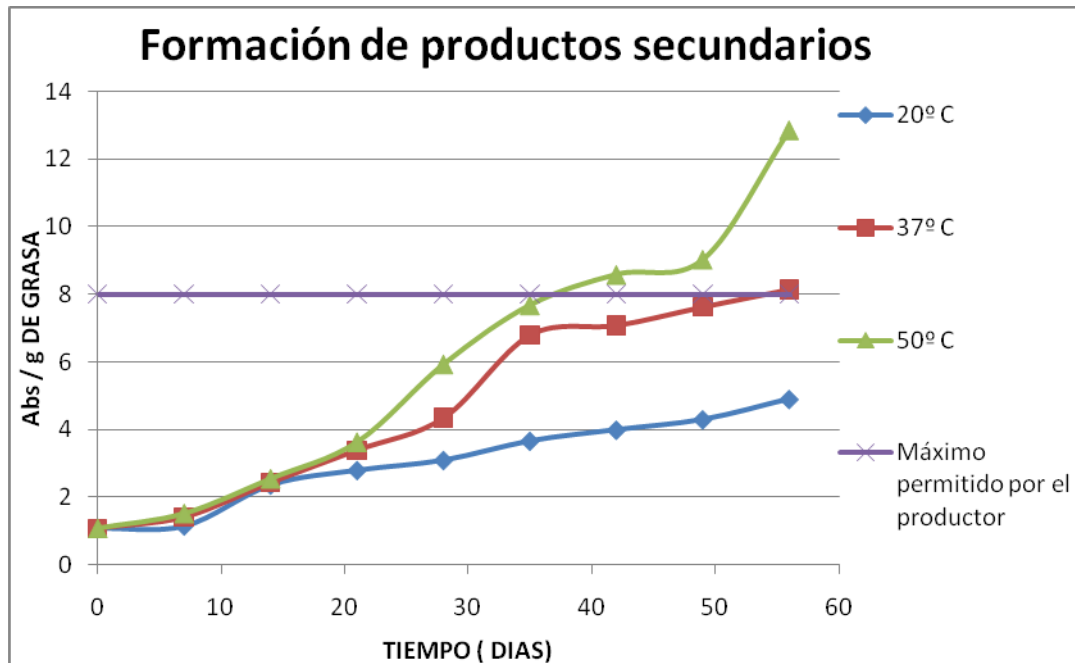
En la tabla 2.2.1 se presenta la constante de velocidad y el tiempo estimado para que el producto salga de especificación en el intervalo de temperatura de 5 a 50°C.

En donde se observa que a temperatura ambiente (20°C) las tostadas de cilantro duran aproximadamente 6 meses que en comparación con las de chipotle su vida de anaquel es mayor por lo que al comercializarlas durarían mas tiempo antes de llegar al limite máximo de peróxidos (10 mEq de peróxido/kg de grasa

### **III. Formación de productos secundarios**

Para la cuantificación de los productos secundarios se realizó el método del índice de kreis.

En este caso como en el de índice de Kreis para peróxidos no se obtuvo referencia bibliográfica debido a que este método es cualitativo ya que depende de la percepción del productor por lo que en este caso se considero como máximo permitido el valor de 8 índices de Kreis/g de grasa debido a la percepción de características sensoriales de rancidez en el producto.



**Gráfica 6.3.2.3.** Evolución en la formación de los productos secundarios, almacenando el producto a diferentes temperaturas. En el máximo del índice de Kreis se coloca el valor de 8 índice de kreis/kg de grasa

En la gráfica 6.3.2.3 se observa el cambio de pendiente para las temperaturas de 37 y 50 °C es a los 15 días y para la grafica de 20°C es de 20 días al igual que en las tostadas de chipotle debido a que este producto.

En este caso la velocidad de descomposición de los Hidroperóxidos también es menor que la de formación de los mismos, también se observa el efecto de la temperatura de almacenamiento en la degradación oxidativa en cada una de las muestras.

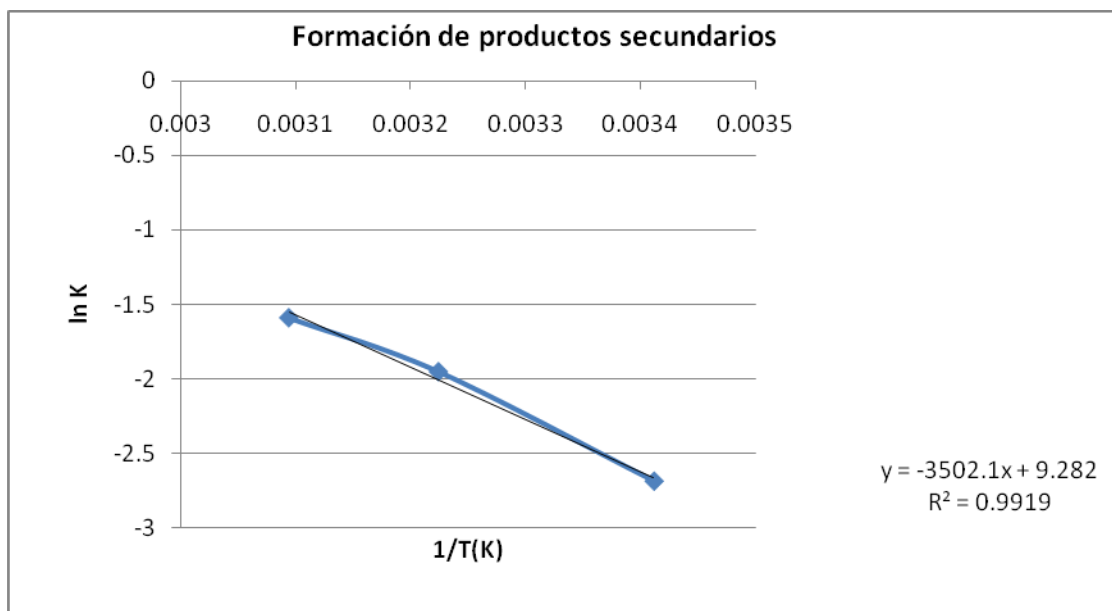
Hasta los 23 días la velocidad de la formación de productos secundarios aun no rebasa a la de formación de peróxidos en el alimento, después de este tiempo aumenta la formación de los productos secundarios de forma exponencial con respecto al tiempo de almacenamiento, es decir sigue la cinética de primer orden.

Se observa que las gráficas a las temperaturas de 37 y 50°C si llegan a este límite en el periodo de evaluación por lo que el producto ya comienza a tener estas características de rancidez en el tiempo correspondiente a cada caso.

#### IV. Parámetros cinéticos de la formación de productos secundarios

Con el manejo de la Ecuación de Arrhenius en la gráfica 6.3.2.4, se puede obtener un estimado del comportamiento de la formación de productos secundarios a cualquier temperatura de almacenamiento.

Como en el caso de la evaluación de los peróxidos el orden de la reacción nos permite conocer los parámetros cinéticos, en donde se obtiene el tiempo de vida media que se refiere al tiempo aproximado en que se tendrá un valor de 8 para el índice de Kreis(Abs/ g de grasa), con lo que se calcula la constante de reacción correspondiente para un intervalo de 5 a los 50°C.



**Gráfica 6.3.2.4.** Tratamiento de Arrhenius, para la formación de productos secundarios.

Con la ecuación de la recta se obtienen los parámetros cinéticos para calcular la constante de reacción y el tiempo de vida media para un intervalo de temperatura de 5 a 50°C.

**Tabla 2.2.2.** Parámetros cinéticos de las reacciones de formación de productos secundarios de oxidación.

Temperatura (°C)	K(días <sup>-1</sup> )	Tiempo estimado para alcanzar 8 Abs / g de grasa (días)
5	$3.7 \times 10^{-2}$	216
10	$4.6 \times 10^{-2}$	174
15	$5.7 \times 10^{-2}$	140
20	$7.0 \times 10^{-2}$	114
25	$8.5 \times 10^{-2}$	94
30	$1.0 \times 10^{-1}$	80
37	$1.3 \times 10^{-2}$	62
40	$1.5 \times 10^{-1}$	53
45	$1.8 \times 10^{-1}$	45
50	$2.1 \times 10^{-1}$	38

Como era de esperarse debido a que las tostadas con cilantro contienen menor cantidad de grasa que las tostadas de chipotle el tiempo de vida de las primeras es mas prolongado ya que al tener menor sustrato (grasa) la reacción de oxidación lipídica es más lenta por lo que se ve reflejado en el aumento de la vida de anaquel ya que las características de rancidez se presentan mas tardíamente.

#### 6.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó un análisis sensorial con pruebas para 200 consumidores de los productos desarrollados; dentro del cual se realizó una evaluación con 2 etapas:

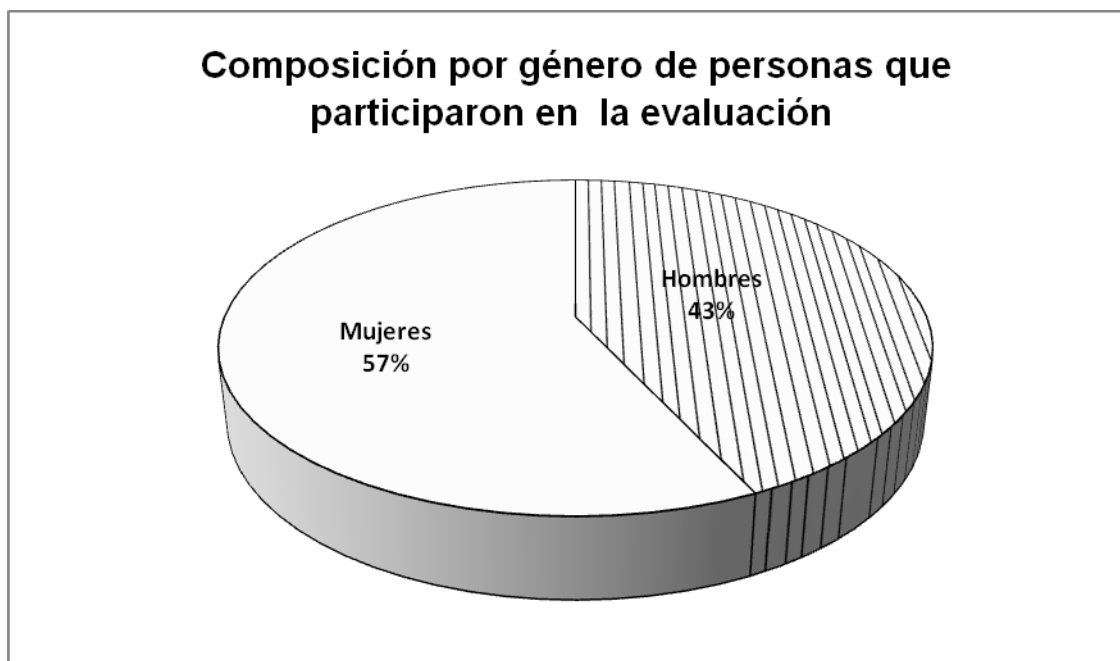
- 1) Encuesta sobre hábitos de consumo en los 200 consumidores
- 2) Pruebas de aceptación se realizaron en grupos de 100 consumidores para cada uno de los productos; con escalas hedónicas de 9 puntos en donde el 9 es me gusta muchísimo y el 1 es me disgusta muchísimo.

### 6.4.1 Primera etapa

En esta etapa se estudiaron los hábitos de consumo de cada consumidor para saber si pudiera ser un futuro comprador de este producto en donde se llevaron a cabo 7 preguntas con las que pretendíamos saber que tanto les gustan este tipo de productos y que tanto los consumen (cuestionario anexo 2).

#### Genero de los consumidores

La evaluación sensorial del producto se llevo acabo con los 200 consumidores que fueron tanto del sexo masculino como del femenino en edades entre los 19 y 25 años en su mayoría en donde todos aceptaron ser consumidores de tostadas.

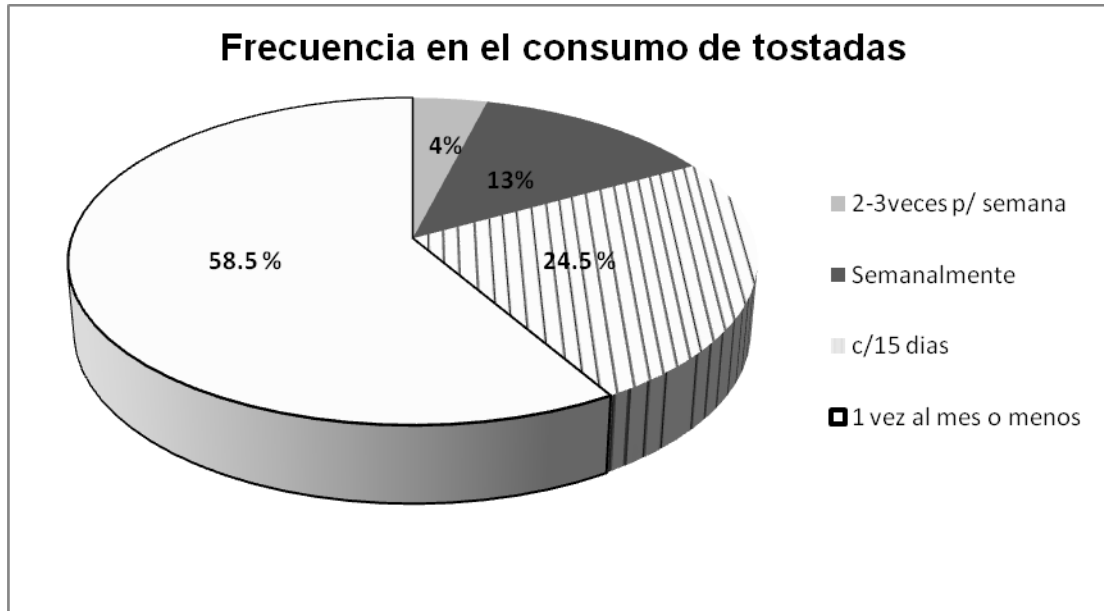


Grafica 6.4.1.1. Genero de las personas encuestadas.

Como podemos observar en la gráfica 6.4.1.1 se decidió buscar un campo homogéneo en cuanto al género ya que la opinión de los hombres es muy importante puesto que también les gusta cuidar su físico y pueden ser futuros consumidores del producto, por lo que es obligado tomar en cuenta la opinión de las dos partes.

### Cada cuando consumen tostadas

Se realizo esta pregunta para saber un poco mas sobre los habitos de consumo ya que se buscan principalmente consumidores de este tipo de productos para que puedan comparar las características del producto desarrollado .



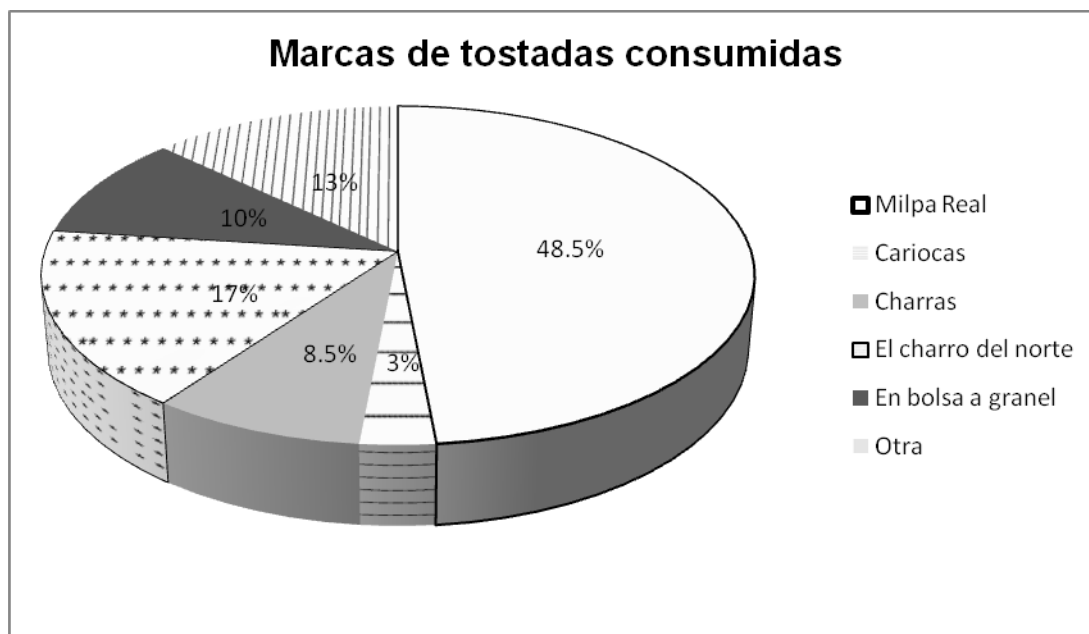
**Grafica 6.4.1.2.** En esta grafica se observar la frecuencia de consumo de los encuestados

Como se puede observar en la gráfica 6.4.1.2 la mayoría de los consumidores admitieron consumir por lo menos 1 vez por mes tostadas por lo que el motivo puede ser por su alto contenido calórico y por tanto es bueno tener alternativas de productos mas sanos.

Se cree que al tener este tipo de productos con un valor calórico menor aumente su consumo.

### Marcas de tostadas más consumidas

Se realizó esta pregunta para saber que marcas de tostadas preferían los consumidores de entre una lista que se les presentó de la cual se obtuvieron los siguientes resultados:

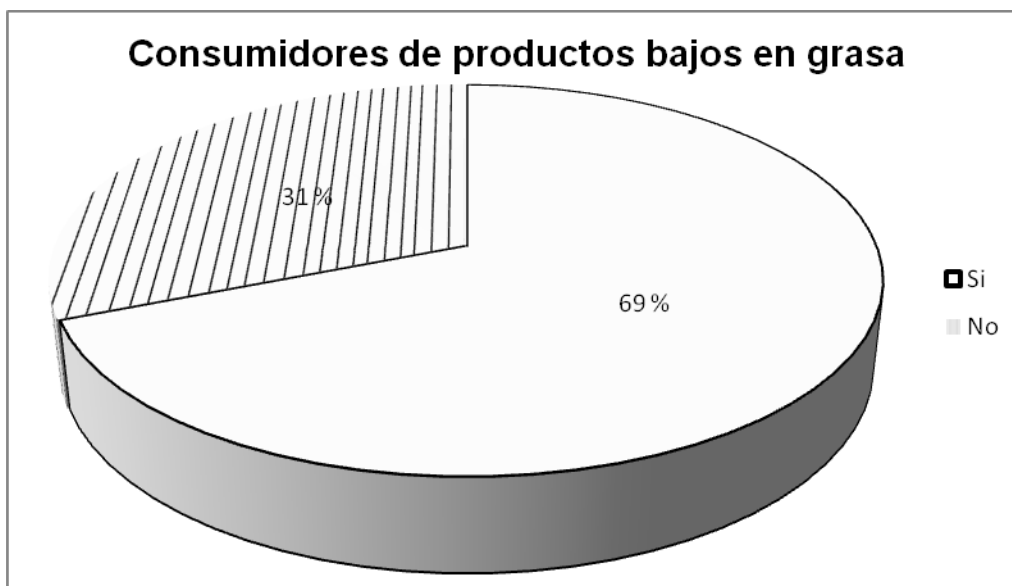


Gráfica 6.4.1.3. Consumo frecuente en las marcas de tostadas.

Como se puede observar en la gráfica 6.4.1.3. la marca líder en el mercado es Milpa real, es entendible debido a que es un producto que tiene gran cantidad de publicidad en comparación con las demás marcas presentadas en la encuesta; por lo que los consumidores la identifican perfectamente ya que es la marca líder en el mercado de este tipo de alimentos.

### Porcentaje de consumidores de productos con baja cantidad de grasa

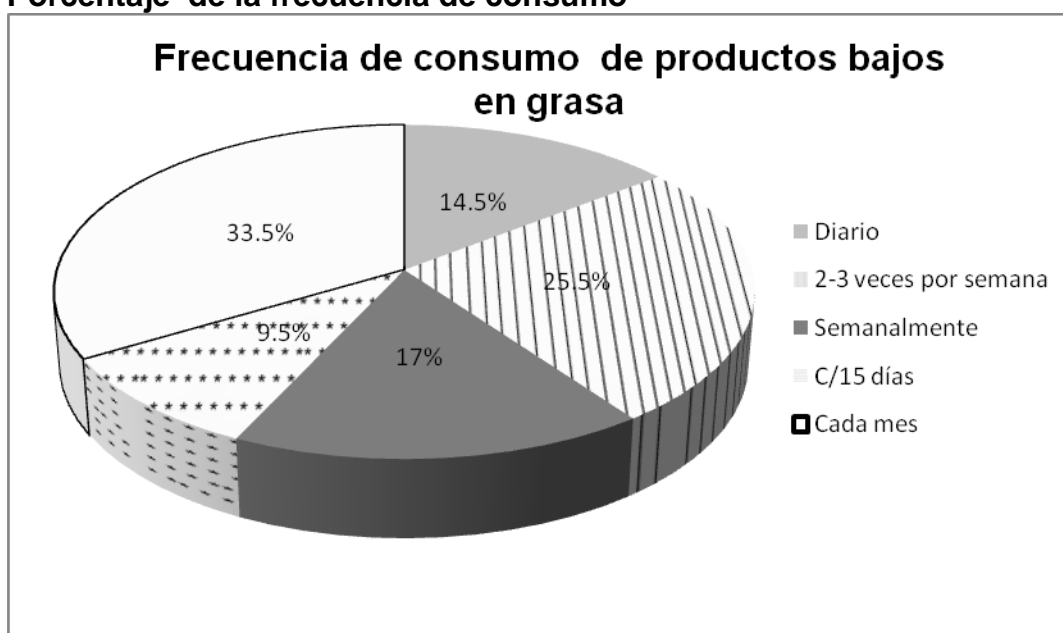
Por otro lado se encuentra un nuevo mercado que es el de los productos bajos en grasa que ofrecen entre otras cosas, disminuir el desarrollo de enfermedades con el consumo de los mismos. Estos alimentos pueden ayudar a prevenir enfermedades como obesidad, hipertensión arterial, diabetes, enfermedades del corazón, entre otras.



**Grafica 6.4.1.4.** En esta grafica se observa la cantidad de consumidores de productos bajos en grasa.

Al preguntarles a los consumidores si consumían este tipo de productos el 69% de ellos nos respondieron positivamente por lo que es un buen mercado a introducirse.

#### Porcentaje de la frecuencia de consumo



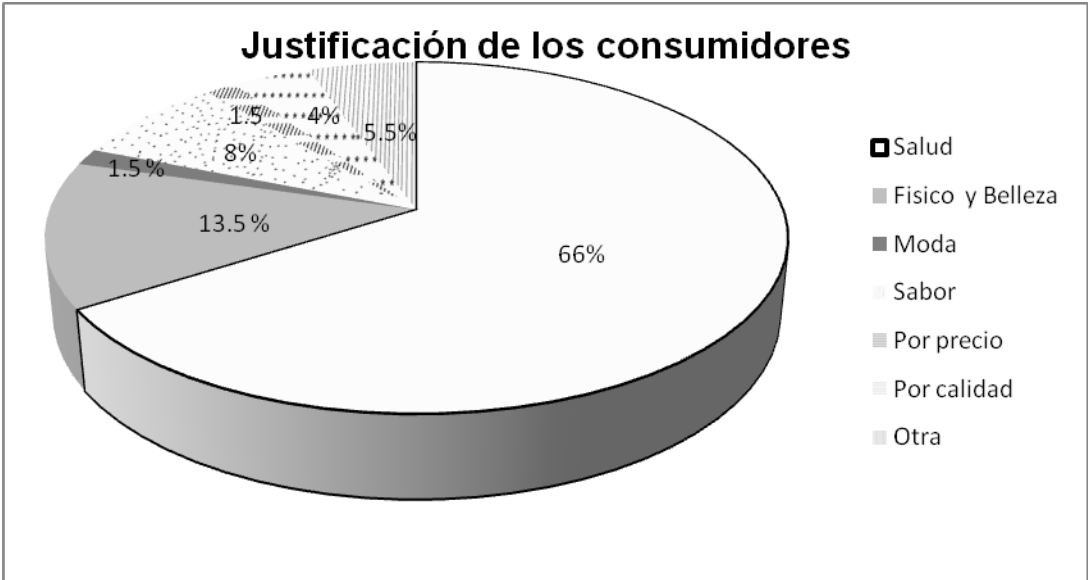
**Gráfica 6.4.1.5.** Frecuencia de consumo de productos bajos en grasa.



Como se puede observar en la gráfica anterior la mayoría de los consumidores encuestados (33.5%) respondieron que consumen productos bajos en grasa por lo menos una vez por mes; este bajo consumo puede ser debido a que algunos de ellos no tienen sabores agradables ; aunque se puede observar que el consumo va en aumento, ya que por otro lado un 25% de los encuestados respondieron que los consumen de 2 a 3 veces por semana lo cual es un número importante de consumidores; también con esta tendencia se puede decir que al introducir mas variedad de productos con bajo contenido calórico y mejores características sensoriales que sean atractivas para ellos se puede aumentar la frecuencia del consumo de estos productos.

**Motivos de consumo de este tipo de productos**

Para saber el motivo principal de porque los consumían se realizó la siguiente pregunta y los resultados obtenidos fueron los siguientes:



Gráfica 6.4.1.6. Razones de consumo de productos bajos en grasa.

En la grafica 6.4.1.6 se observa que el principal motivo por el que consumen este tipo de productos es debido a que desean cuidar su salud ya que el 66% de los encuestados dieron esta respuesta y como ya lo mencionamos anteriormente es porque estos productos tienen bajo contenido calórico con lo cual se previenen

muchas enfermedades como la obesidad que es un gran problema en nuestro país; por lo que los mexicanos tratan de consumir productos con menor ingesta calórica para así disminuir su peso o por el contrario no aumentarlo y con ello controlar las graves enfermedades que provoca el sobrepeso.

#### **6.4.2. Tostadas con chipotle**

##### **Segunda etapa**

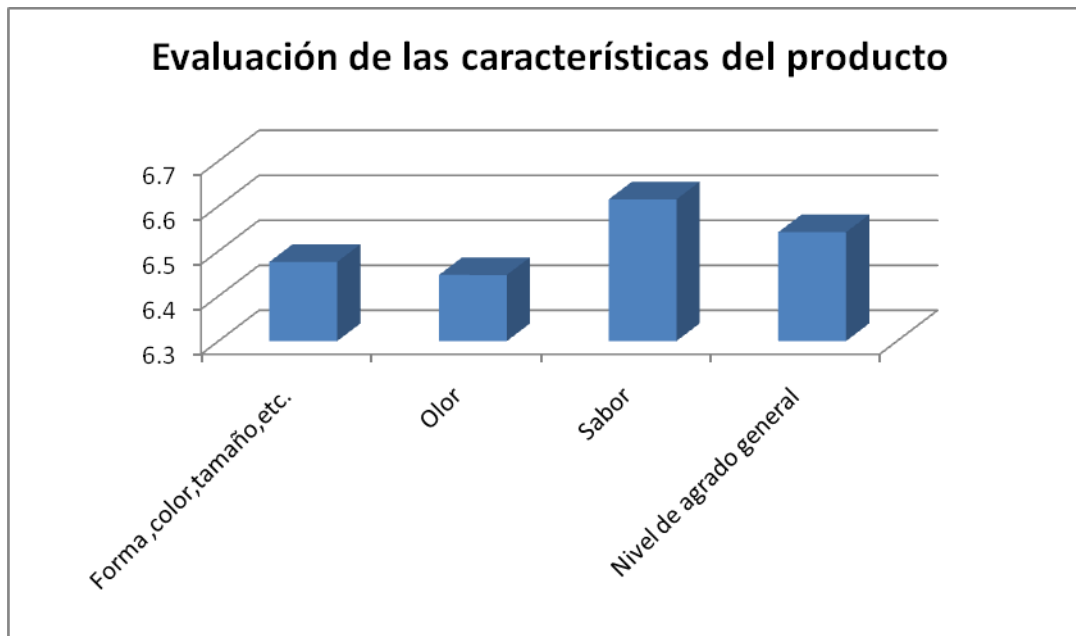
Se realizó una pregunta de concepto con los mismos 100 consumidores para saber si les gustaría o no la idea de tener el producto desarrollado en donde se utilizó una escala de Likert con 9 puntos (1 = Me disgusta muchísimo, 5 = Ni me gusta ni me disgusta y 9 = Me gusta muchísimo) con lo que se observó que la mayoría de los encuestados les gustaba el concepto de las tostadas de chipotle obteniendo un promedio de 6.47 en la escala. Con una desviación estándar de 1.5%.

##### **Evaluación de las características sensoriales del producto**

Posteriormente se realizó una prueba de aceptación en la que se pidió a los mismos 100 consumidores, otorgar un valor numérico, de acuerdo al nivel de agrado para las principales características del producto presentado: aspecto físico incluyendo forma, color y tamaño; olor, sabor y nivel de agrado general. Se utilizó una escala hedónica de 9 a 1 donde el 9 = me gusta mucho y 1 = me disgusta muchísimo.

Para el productor es muy importante la opinión del consumidor, ya que de ello depende que compren el producto o no; por lo que en este análisis se decidió estudiar las opiniones de los consumidores de cada una de las características del producto (en las que se utilizó una pregunta para cada característica del producto).

Los resultados se muestran a continuación:



**Gráfica 6.4.2.1.** En esta grafica se representa la evaluación del producto con los consumidores la cual se llevo a cabo con una escala hedónica del 1 al 9 en donde el 9 representa (me gusta mucho) y el 1 representa (Me disgusta muchísimo).

En la gráfica 6.4.2.1 se observa que en una escala hedónica del 1 al 9 las tostadas de chipotle desarrolladas son del gusto del público ya que tiene en cada una de las características evaluadas se obtiene una calificación mayor de 6 (6= me gusta poco y 7= me gusta) lo cual es un valor favorable ya que podemos decir que al consumidor acepta el producto. Aunque si se decidiera producirlo en masa se harían mas ajuste para obtener un producto óptimo.

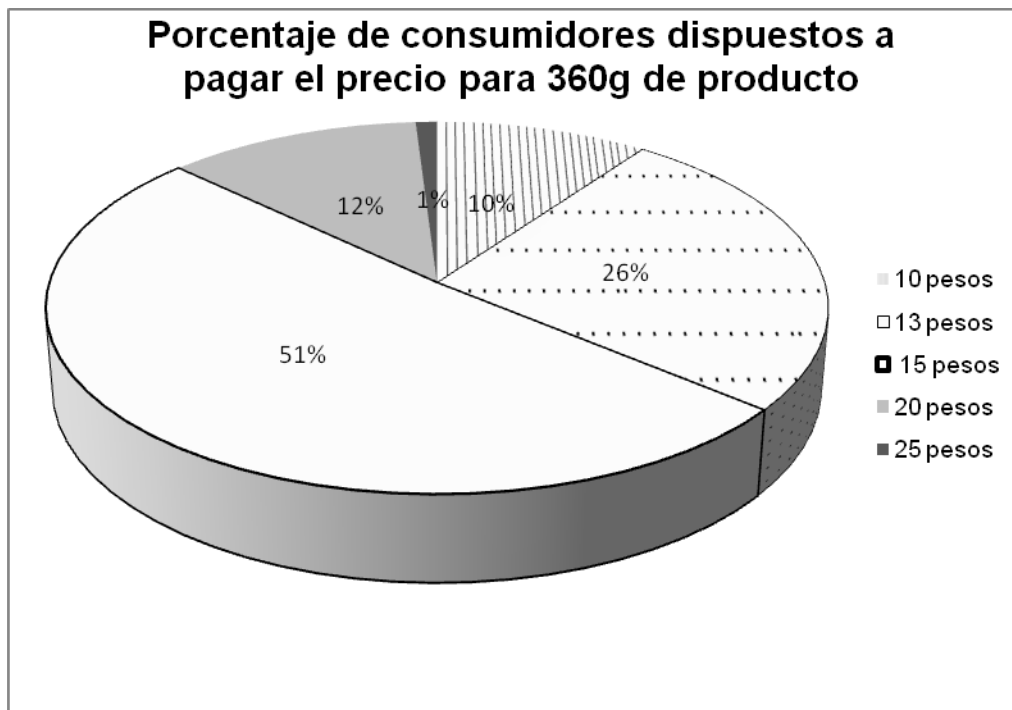
Por otro lado en una pregunta se les pidió a los consumidores que midieran el sabor de las tostadas de chipotle en una escala del 1 al 5 (en donde 1 =tiene mucho mas sabor a chipotle de lo que me gusta y 5= tiene mucho menos sabor a chipotle de lo que me gusta) en donde se obtuvo como resultado un promedio de 2.64 (2=tiene menos sabor a chipotle de lo que me gusta y 3= justo como me gusta ) con una desviación estándar de 0.85, con lo que podemos decir que al producto le falta adicionarle un poco mas de chipotle para que sea como los consumidores lo desean.

### **Consumidores dispuestos a comprar el producto**

Para poder saber si lo comprarían en caso de estar exhibido en el mercado les hicimos una pregunta también con una escala de cinco puntos ( en donde 1=Definitivamente si lo compraría y 5= Definitivamente no lo compraría) en donde se obtuvo como resultado un promedio de 3.46 (3=Probablemente si, probablemente no lo compraría y 4=Probablemente no lo compraría) con una desviación estándar de 0.936 por lo que podemos decir que al producto le falta mejorarse puesto que aunque el consumidor esta indeciso por saber si lo compraría o no, se ve un valor que tiende mas hacia la opinión de no comprarlo; y como se ve en los resultados de la grafica 6.4.2.1 hay un valor bajo en la característica del olor del producto por lo que se debe agregar algún aditivo para que sea mas atractivo para el consumidor.

### **Opinión de los consumidores sobre el precio**

Como se sabe el precio de los productos es una parte primordial para que estos, se posicionen en el mercado por lo que se realizó una pregunta para saber que opinaba el consumidor sobre los diferentes precios propuestos para las tostadas de chipotle.



**Gráfica 6.4.2.2.** Diferentes precios sugeridos a los consumidores para un producto de 360g (30 piezas).

Se observa en la gráfica 6.4.2.2. que la mayoría de los encuestados opinan que el producto debería costar \$15.00 lo que es un precio menor al que se propone, aunque de acuerdo al costo de producción y el tipo de producto que se ofrece es un precio accesible y que puede dejar un margen de ganancia aceptable en dado caso que se comercializará.

#### **Opinión sobre el precio propuesto.**

Por último se les preguntó si estarían dispuestos a pagar \$20.00 por el producto con lo que se utilizó una escala del 1 al 5 (en donde 1=Definitivamente si lo compraría y 5= definitivamente no lo compraría) con lo que se obtuvo como resultado un promedio de 3.08 (3=probablemente si, probablemente no lo compraría) por lo que al ser un producto bajo en grasa es un poco más elevado en el precio. Debido a ello se puede observar el resultado ya que la mayoría de los mexicanos buscan productos con precios bajos; aunque el precio propuesto de las tostadas (costo de elaboración \$13.00) es muy cercano al del producto líder en el mercado (tostadas

milpa real) que es de \$17 .00 con la misma cantidad de producto, por lo que en caso de lanzarse al mercado se debe considerar este punto.

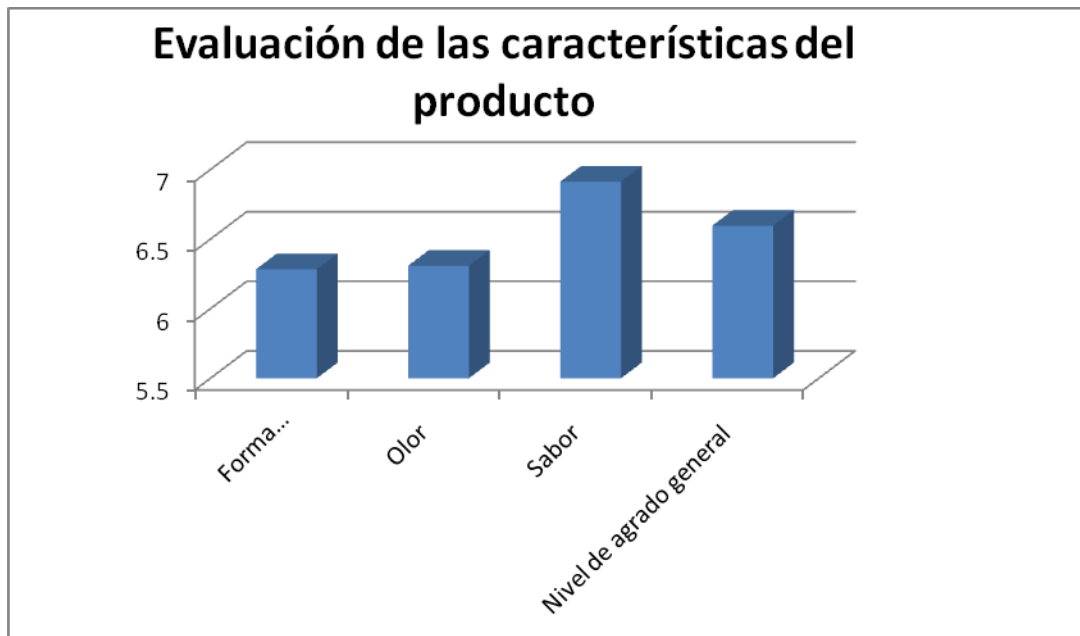
### **6.4.3. Tostadas con cilantro**

#### **Segunda etapa**

En esta segunda parte se realizó una pregunta con los otros 100 consumidores para saber que tanto les agradaba la idea de tener en el mercado las tostadas de cilantro utilizando una escala de Likert con 9 puntos (1 = Me disgusta muchísimo, 5 = Ni me gusta ni me disgusta y 9 = Me gusta muchísimo) en donde se obtuvo como resultado un promedio de 6.581 ( en donde 6=me gusta poco y 7= me gusta) con una desviación estándar de 1.266 con, lo que podemos decir que al producto le faltan algunas mejoras en el concepto para que al consumidor le atraiga mas, aunque el resultado no es negativo ; además se deben de realizar la evaluación en otro tipo de campo como un centro comercial para tener opiniones mas diversas.

#### **Características sensoriales del producto.**

Se realizaron pruebas de aceptación en donde se les presentó el producto y se les pidió que respondieran las preguntas sobre las características del mismo en donde las preguntas se realizaron con una escala de Likert con 9 puntos (1 = Me disgusta muchísimo, 5 = Ni me gusta ni me disgusta y 9 = Me gusta muchísimo) y el consumidor le dio una calificación a cada uno de los atributos del producto por lo que se obtuvieron los siguientes resultados:



Grafica 6.4.3.1. Atributos sensoriales evaluados.

Como se puede observar en la gráfica 6.4.3.1 se evaluaron diferentes atributos sensoriales de las tostadas de cilantro en donde se obtuvieron promedios mayores a 6 (6= me gusta poco y 7= me gusta ) con una desviación estándar de 1 en donde a los consumidores les gustó el producto pero hay que hacer mejoras en el para hacerlo mas atractivo ya que en el nivel de agrado general se obtuvo un promedio de 6.5 con una desviación estándar de 1.11 y realizar una segunda evaluación sensorial.

También se observa que en los atributos que mas se debe de trabajar es en la apariencia de nuestro producto ya que como dicen: “por la vista nace el amor” y es cierto ya que de ello depende que éste se consuma en el mercado.

Para obtener un mejor perfil de la opinión del público sobre el producto se les pregunto a los 100 consumidores si podían medir el nivel del sabor en una escala de 5 puntos (en donde 1=tiene mucho menos sabor a cilantro de lo que me gusta y 5 = tiene mucho mas sabor a cilantro de lo que me gusta ) con lo que obtuvimos como resultado un promedio de 2.62 ( en donde 2=tiene menos sabor a cilantro de lo que me gusta y 3=justo como me gusta) con una desviación estándar de 1.266

con lo que podemos decir que al consumidor le gustaría el producto con un poco más de sabor cilantro por lo que de sacar al mercado el producto esto se debe tomar en cuenta.

### **Consumidores dispuestos a comprar el producto**

Posteriormente se les preguntó si comprarían el producto en caso de estar en el mercado, esto se hizo con una escala de cinco puntos (en donde 1= definitivamente si lo compraría y 5= definitivamente no lo compraría) con lo que obtuvimos como resultado un promedio de 3.57 con una desviación estándar de 0.945 (en donde 3= probablemente si lo compraría probablemente no y 4= probablemente no lo compraría) con lo que se puede observar que el consumidor tiene duda de adquirir el producto; esto puede ser debido a que como se puede observar en la gráfica 3.2.7 el 43% de los encuestados consumen estos productos solo una vez al mes o menos por lo que les parece innecesario comprarlo.

Por este motivo se debe de hacer más atractivo el producto para aumentar el consumo del mismo.

### **Opinión de los consumidores sobre el precio**

Posteriormente al consumidor se le preguntó cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto en caso de tenerlo en el mercado; con lo que obtuvimos como resultados los siguientes:





**Gráfica 6.4.3.2.** Diferentes precios sugeridos para el producto, empaque con 360g (30 piezas).

Se observó que el 43% de los consumidores opinaron que pagarían \$15.00 al igual que en las tostadas de chipotle por lo que es un precio menor al que tiene la marca de tostadas líder en el mercado que es de \$17.00.

#### **Opinión sobre el precio propuesto.**

posteriormente les preguntamos si estarían dispuestos a pagar \$ 20.00 con una escala de 5 puntos (en donde 1= definitivamente si lo compraría y 5= definitivamente no lo compraría) en donde obtuvimos un promedio de 3.36 (3=probablemente si lo compraría, probablemente no lo compraría) con una desviación estándar de 1.011 ; con lo que el consumidor esta indeciso en comprar este producto aunque haciéndole mejoras en la apariencia tanto del producto como del empaque para hacerlo mas atractivo se puede obtener un mejor resultado .

## **7. CONCLUSIONES**

- Se logró obtener formulaciones para elaborar productos de calidad con una mínima cantidad de grasa y características nutricias adecuadas.
- Se elaboraron productos con buenas características sensoriales incorporándole nuevos sabores típicos de la cocina mexicana.
- Se comprobó que con un proceso de horneado adicionado con un barnizado de aceite se puede reducir en gran medida la cantidad de grasa de este tipo de productos sin perder las características sensoriales que otorga el proceso de freído.
- Se logró obtener un producto con una buena aceptación para el consumidor por medio de pruebas sensoriales directas con el mismo.
- Se comprobó que el producto tiene una vida media adecuada para su comercialización aun sin adicionarle algún antioxidante.

## **8. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar pruebas de vida de anaquel adicionándole a productos algún antioxidante para prolongar la aparición de productos oxidativos.
- Para obtener un producto aun mejor se recomienda realizar modificaciones en la adición de ingredientes de acuerdo al estudio sensorial de las características del mismo.
- Se recomienda realizar la vida de anaquel con una evaluación sensorial para con ello determinar el tiempo en el cual se perciben notas de rancidez oxidativa.
- Se recomienda realizar la determinación de vida de anaquel con empaques de otros materiales como polipropileno ya que este da mayor frescura al producto.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Anzaldua, M. A. 1994. **Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**, Acribia S. A. Zaragoza España, pág. 70-77.
- Adachi, S.; Ishiguro, T.; Matsuno, R. 1995. **Autoxidation kinetics for fatty acids and their esters**. Journal of American Oil Chemistry Society., 72, 547-551.
- Badui D., S. 1996. **Química de los alimentos**. Alambra Mexicana, 3a edic., .México D. F. Pág. 409-415, 441-442,
- Boskow, Dimitrios,1998. **Química y tecnología del aceite de oliva**. Ed. Iragra, S.A. Madrid, .España, pág. 45-46.
- Camacho N. A., Díaz G. K., Santillana H. M.R., Velázquez M., O. 2004. **Manual de prácticas productos de cereales y leguminosas** Facultad de química, UNAM, pág. 96,98.
- Cravero A.P., Ramón A. N., Bocanera B. **“Microorganismos patógenos en emparedados y grasas oxidadas en emparedados”** Revista de Salud Publica y Nutrición, Vol.5, No. 4, Dic. 2004.
- Dendy, A. V. D. 1994. **Cereales y productos derivados (Química y tecnología)**. Acribia S. A. Zaragoza España, Pág. 389-397, 2004.
- Gray I. J. and Monahan, F. J. , **Measurement of lipid oxidation in meat and meat products**, Review. Trends in food Science & Technology, December: 315-319, 1992.
- Lawson H. 1994. **Aceites y grasas alimentarias (tecnología, utilización y nutrición)** . Acribia S. A. Zaragoza España, Pág.68-69,75-78,90-93.

- Lujan Acosta, J., Moreira, R. G. 1997. **“Reduction of oil in tortilla chips using impingement drying”**. *Food Technology* (April 10,1997) Vol.22 año 2001834-840
- Luna, G. Ma. R. 2002. **Desarrollo de condiciones metodológicas para cuantificar aflatoxinas en maíz para la elaboración de botanas**. Tesis de licenciatura, UNAM, México D. F. Pág. 7-10.
- Mameni A., Njoya A., Moses M. C. 2005. **”Some aspects of the production of dry Dackere, a granular starchy food from corn”**, *Journal of Food Engineering* , (June 22, 2005) Vol. 13 No.10 223-227.
- Muller H. G., Tobin G., 1994. **Nutrición y ciencia de los alimentos**. Acribia, S. A. Zaragoza España, pág. 145-146.
- D.C Olivas Vargas R. 2004. **Producción de chile chipotle de calidad utilizando gas y leña**. Fac. de ciencias químicas, Universidad autónoma de chihuahua, México, Pág. 2-3.
- Owen R. Fennema, **Introducción ala ciencia de los alimentos** ,Ed. Reverté, S. A. ,Barcelona, España , pág.199-200 ,1985.
- Pearson D. 1993. **Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos**, Acribia S. A. Zaragoza España pág. 55-57.
- Singh R. Paúl, 1997. **Introducción a la ingeniería de los alimentos** Ed. Acribia,S.A. Zaragoza España .
- Ziller S. 1996. **Grasas y aceites alimentarios**. Acribia S. A. Zaragoza España pág. 42-54.
- Robutini, J. I. 2001. **“Calidad y usos del maíz”**. *Rev. inta pergamino*, feb.2001 p 100-104

[http://www.respyn.uanl.mx/v/4/articulos/microorganismos\\_patogenos.htm](http://www.respyn.uanl.mx/v/4/articulos/microorganismos_patogenos.htm)

- NMX-F-223-1985 aceite comestible mixto de origen vegetal

## Anexo 1.

Resultados y ejemplos de cálculo:

### 1. Determinación de grasa en tostadas, por extracción con éter etílico, por el método de Soxhlet.

Determinación por duplicado	Contenido de grasa (g/100 g de producto final)		
	Sin aceite	con barnizado de aceite	con aspersión de aceite
% de grasa	5.4261 5.2637	6.1687 6.1499	8.3693 8.7135
Promedio	5.3449	6.1593	8.5414

Ejemplo de cálculo:

$$\text{Grasa total \% (BS)} = (P_1 - P_2) * 100 / P$$

$P_1$  = peso del matraz con la grasa

$P_2$  = peso del matraz vacío

P = peso de la muestra

$$\text{Grasa total \% (BS)} = (P_1 - P_2) * 100 / P = (105.1276 - 104.9610) * 100 / 3.0703$$

$$\text{Grasa total \% (BS)} = 5.4261$$

### 2. Determinación de cenizas, en mufla a 550°C

	Tostadas de Chipotle (g)	Tostadas de Cilantro (g)
Repeticiones	5.5596	5.7753
	5.5709	6.0287
	5.1585	5.7148
Promedio	5.4296	5.8396

Ejemplo de cálculo:

$$\% \text{ Cenizas} = (P_1 - P_2) * 100 / P$$

$P_1$  = peso del crisol con las cenizas

$P_2$  = peso del crisol vacío

P = peso de la muestra

$$\% \text{ Cenizas} = (26.9506\text{g} - 26.7920) * 100 / 2.8527 = 0.1586 * 100 / 2.8527 =$$

$$0.1586 * 100 / 2.8527 = 5.5596 \% \text{ de cenizas}$$

### 3. Determinación de humedad por secado en estufa a 100°C durante 180 min.

	Tostadas de Chipotle (g)	Tostadas de Cilantro (g)
% de humedad	5.9020 6.3512 5.9602	5.4903 5.1923 5.8718
Promedio	6.0717	5.5181

Ejemplo de cálculo:

$$\% \text{ humedad} = (P_1 - P_2) * 100 / P_1$$

P<sub>1</sub> = peso de la muestra inicial

P<sub>2</sub> = peso de la muestra final

P<sub>1</sub> = peso de la muestra inicial

$$g_{\text{muestra seca}} = (16.0665g(\text{peso del pesafiltros con la muestra seca}) -$$

$$13.0560(\text{peso del pesafiltros vacío}) = 3.0105$$

$$\% \text{ humedad} = ((3.1993 - 3.0105) * 100 / 3.1993) = 5.902$$

#### Tabla 4. Determinación de grasa

	Tostadas de Chipotle (g)	Tostadas de Cilantro (g)
% de grasa	4.78 5.1611 4.869	7.0869 6.1687 6.1499
Promedio	4.9367	6.4685

Cálculos (ejemplo)

$$\text{Grasa total \% (BS)} = (P_1 - P_2) * 100 / P$$

P<sub>1</sub> = peso del matraz con la grasa

P<sub>2</sub> = peso del matraz vacío

P = peso de la muestra

$$\text{Grasa total \% (BS)} = (P1 - P2) * 100 / P = (105.1076 - 104.9610) * 100 / 3.0703 = 4.78$$

**Tabla 5. Determinación de proteína (Se realizó con el método de Kjeldahl)**

	Tostadas de Chipotle	Tostadas de Cilantro
Peso de la muestra	0.1382 g	0.1221g
Gasto de HCl	1.5 mL	1.4 mL
% de proteína	9.3437	9.8742

$$1.5 \text{ mL HCl} / 0.1382 \text{ g muestra} * 0.09842 \text{ N HCl} / \text{mL HCl} * 1 \text{ meq N}_2 / 1 \text{ meq HCl} * 0.014 \text{ g N} / 1 \text{ meq} * 100 = 1.495 \% \text{ N}_2$$

Factor de la proteína = 6.25

$$1.495 \text{ g N}_2 / 100 \text{ G muestra} * 6.25 \text{ G prot} / 100 \text{ G muestra} = 9.3437 \text{ g proteína} / 100 \text{ g muestra}$$

## 6. Determinación de carbohidratos (ejemplo)

Se realiza por diferencia.

5.4296+
4.9367+
6.0708+
9.3437+
=25.7808
100 - 25.7808 = 74.2192



## Anexo 2

Este es el cuestionario que se utilizó para la evaluación sensorial en donde al consumidor se le presentaba el producto hasta la tercera parte.

Para la evaluación de las tostadas de cilantro se utilizó el mismo cuestionario.

Universidad Nacional Autónoma de México.



Facultad de Química

### Análisis Sensorial bajas en grasa.

Parte I

Sexo: M F Edad:

Frente a usted, tiene un nuevo producto del cual queremos saber su opinión como consumidor. Indique con una "X" sobre la escala su nivel de agrado.

¿Consumes tostadas? Si  No

¿Cada cuando consumes tostadas?

- Semanalmente
- Cada 15 días
- Cada mes

¿Qué marca de tostadas consumes con mayor frecuencia?

- Milpa Real
- Cariocas
- Charras
- El charro del norte
- En bolsa a granel

¿Consumes productos bajos en grasa? Si  No

¿Cada cuando consumes los productos bajos en grasa?

- Diario
- 2-3 veces por semana
- Semanalmente
- Cada 15 días
- Cada mes

¿Por qué razón consumes productos bajos en grasa?

- Salud
- Físico y belleza
- Moda
- Sabor
- Por precio
- Por calidad
- Otro ¿Cuál\_\_\_\_\_?

Parte II Tostadas de chipotle (fueron las mismas preguntas para las tostadas de cilantro)  
 ¿Cuánto cree que le podrían gustar o disgustar una tostada sabor chipotle?



Con el producto que tiene frente a usted le pedimos que nos conteste las siguientes preguntas.

Indique que tanto le gusta o disgusta la muestra de tostada de chipotle de acuerdo a su apariencia ( forma, color, tamaño, etc.)



Indique que tanto le gusta o le disgusta la muestra de tostada de chipotle de acuerdo a su olor



Indique que tanto le gusta o le disgusta le muestra de tostadas de chipotle de acuerdo a su sabor



De acuerdo al sabor podría decirme:

- 5 tiene mucho más sabor a chipotle de lo que me gusta
- 4 Tiene mas sabor a chipotle de lo que me gusta
- 3 Justo como me gusta
- 2 Tiene menos sabor a chipotle de lo que me gusta
- 1 tiene mucho menos sabor a chipotle de lo que me gusta-

Indique que tanto le gusta o le disgusta le muestra de tostadas de chipotle de acuerdo a su nivel de agrado general



Si encontrara este producto a la venta, ¿estaría usted dispuesto a comprarlo?

- 1= Definitivamente si lo compraría
- 2=Probablemente si lo compraría
- 3= Probablemente si, probablemente no lo compraría
- 4=Probablemente no lo compraría
- 5=Definitivamente no lo compraría

¿Cuanto estaría dispuesto a pagar por un paquete de 360g (30 piezas) de este tipo de tostada de chipotle bajas en grasa(Actualmente el paquete de tostadas cuesta \$13.00)

- \$ 10.00
- \$13.00
- \$15.00

\$20.00

¿Estaría dispuesto a pagar \$ 20.00 por Un paquete de 360g de tostadas de cilantro?

1= Definitivamente si lo compraría

2=Probablemente si lo compraría

3= Probablemente si, probablemente no lo compraría

4=Probablemente no lo compraría

5=Definitivamente no lo compraría

Muchas Gracias por Participar.