



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**OPTIMIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE PAPAS FRITAS BAJAS EN GRASA EN UNA
MICROEMPRESA DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE
BOTANAS**

TESINA

Que para obtener el título de

Química de Alimentos

PRESENTA

María Fernanda Rodríguez Hernández

TUTOR DE TESINA

M.A.I. Julio César Cosbert Vázquez



Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 2019



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 ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesor: CASILLAS GOMEZ FRANCISCO JAVIER

VOCAL: Profesor: COSBERT VAZQUEZ JULIO CESAR

SECRETARIO: Profesor: ESCAMILLA LOEZA ADELINA

1er. SUPLENTE: Profesor: GARCIA ARRAZOLA ROEB

2° SUPLENTE: Profesor: OCAMPO HURTADO ANA LAURA

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

FUNDACIÓN MÉXICO ESTADOS UNIDOS PARA LA CIENCIA

ASESOR DEL TEMA:

M.A.I Julio César Cosbert Vázquez

SUSTENTANTE:

María Fernanda Rodríguez Hernández

INDICE

Introducción	4
Hipótesis	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	7
Marco Teórico	8
Metodología	15
Resultados y Discusión	18
Conclusiones	34
Bibliografía	35
Anexo 1	38
Anexo 2	39

INTRODUCCIÓN

En las economías emergentes, las pequeñas y medianas empresas (PyME) tienen un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo del país, se trata de los agentes del cambio económico nacional. En el caso de México, el 99.8% de las más de 4 millones de unidades empresariales son PyME que generan 72% del empleo nacional y sus ingresos producen más del 50% del Producto Interno Bruto (PIB).

Según cifras de la Secretaría de Economía, en México existen más de 30 mil empresas dedicadas a producir alimentos incluyendo a las grandes empresas manufactureras nacionales y extranjeras, así como MiPyME que trabajan a nivel local o regional. A nivel nacional, la producción de alimentos en el país representa 23% del PIB de manufactura.

Para lograr un crecimiento óptimo y lograr la permanecer dentro del mercado, es necesario estar a la vanguardia en diversos aspectos, en cuestión de recursos humanos, infraestructura, estándares de calidad y uno de los más importantes es la aplicación de nuevas tecnologías e innovación lo que permitirá actualizar y definir la mejor estrategia de procesos que de igual forma está ligado al producto ofrecido y a su vez la demanda del cliente.

Las MiPyME tienen varias áreas de oportunidad y de crecimiento. Entre los múltiples aspectos que pueden trabajar para fortalecerse están:

- Adopción de tecnología para aumentar la eficiencia en los procesos tanto internos como externos.
- Establecimiento de metodologías que les permitan la evolución de negocio familiar a empresas formales.
- Aplicación a estímulos otorgados por diferentes instancias y organismos, así como créditos y/o programas de apoyo.
- Implementación de programas de control de calidad y mejora continua.
- Integración a programas de aceleración.
- Asesoría en la exportación de sus productos y servicios.

La Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC) es una organización binacional sin fines de lucro; cuya misión es promover la colaboración binacional en ciencia y tecnología, a fin de contribuir a la solución de problemas de interés común, especialmente los que apoyan el desarrollo económico y social de México. FUMEC cuenta con distintos programas de apoyo a pequeñas y medianas empresas en diferentes sectores, según sea la necesidad y el giro de la empresa, la fundación busca como ayudar a esta.

El programa de Aceleradora de Empresas Tecnológicas (TechBA) tiene como objetivo facilitar el acceso de las empresas mexicanas de tecnología a los ecosistemas de negocio más dinámicos a nivel mundial, mediante una serie de servicios dirigidos a ayudarlas a crecer de forma acelerada. El modelo de aceleración de TechBA permite que las empresas realicen alianzas estratégicas y se vinculen con redes de innovación que les permiten aprovechar los recursos existentes en los ecosistemas más productivos e innovadores.

El Sistema de Asistencia Tecnológico Empresarial (SATE) es un programa que busca establecer proyectos estratégicos en los estados tomando como base las líneas de desarrollo de los gobiernos locales fomentando el desarrollo de iniciativas que impacten a nivel estatal y regional.

Dependiendo de la necesidad de cada empresa, se da un apoyo distinto. Existen empresas de todo tipo, desde las pequeñas empresas que necesitan apoyo en materia de inocuidad, estandarización y/u optimización de procesos, implementación de buenas prácticas de manufactura, otras que ya están en busca de certificaciones para ampliar su presencia en el mercado, hasta las que buscan apoyo para exportar sus productos a otros países. Para cubrir estas necesidades se implementan los programas antes mencionados.

Durante el periodo laboral cubierto se estableció un proyecto que formó parte de los programas antes mencionados para el apoyo a una empresa de alimentos dedicada a la producción de botanas.

En la actualidad, existe una tendencia del mercado al consumo de alimentos más saludables que ha motivado a la industria alimentaria a innovar en procesos que permitan la elaboración de estos productos. Cojabit es una empresa dedicada a la producción de botanas que se suma a esta causa con su producto, papas fritas bajas en grasa.

El proyecto planteado consistió en probar diferentes condiciones de proceso para estandarizar y garantizar la elaboración de papas fritas bajas en grasa, dándole a Cojabit una ventaja competitiva dentro del mercado de papas fritas.

HIPÓTESIS

1. El contenido de humedad inicial en la papa antes del proceso de fritura, influye en el contenido de grasa del producto final en la elaboración de papas fritas bajas en grasa.
2. Existe relación entre el contenido de humedad inicial y la absorción de aceite en las láminas de papa.
3. En el proceso de elaboración de papas fritas, el secado es un tratamiento previo a la fritura que disminuye la absorción de grasa durante el freído de la papa.

OBJETIVO GENERAL

Para asegurar que el proceso de elaboración de papas fritas bajas en grasa de Cojabit realmente ofrece un producto de mejor calidad nutricional, la presente investigación tiene como objeto proponer, probar y establecer las condiciones que garanticen la disminución de absorción de grasa y optimicen tiempo y recursos durante el proceso de producción de papas fritas bajas en grasa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Probar diferentes condiciones de proceso variando humedad previa a la fritura y temperatura y tiempo de freído.
- Evaluar la eficacia de cada proceso propuesto a través de la determinación de humedad, grasa y parámetros sensoriales durante el proceso y en el producto final.
- Elegir la combinación tiempo/temperatura de freído basados en las características de % de grasa, humedad y sensoriales deseables.
- Clasificar conforme a los resultados obtenidos según el perfil del producto terminado, el producto final como bajo o reducido en grasa de acuerdo con la NOM-086-SSA1-1994.

MARCO TEÓRICO

De acuerdo con la FAO (2018), la obesidad en adultos ha empeorado, principalmente en Norteamérica y el problema afecta a una de cada ocho personas en el mundo. La cantidad de individuos mayores de 18 años con obesidad en México pasó de 20.5 millones en el 2012 a 24.3 millones en el 2016 (FAO, 2018). Nuestro país ocupa el segundo lugar en obesidad en adultos y el primero en obesidad infantil a nivel mundial. El 73% de los mexicanos adultos está en esta condición, 7 de cada 10 adultos, 4 de cada 10 jóvenes y 1 de cada 3 niños padecen obesidad (ENSANUT, 2016).

El sobrepeso y la obesidad son factores de riesgo de múltiples enfermedades crónicas. El aumento mundial del sobrepeso y la obesidad infantil es atribuible a varios factores, dentro de ellos se encuentra el cambio dietético mundial hacia un aumento de la ingesta de alimentos hipercalóricos con abundantes grasas y azúcares, pero con escasas vitaminas, minerales y otros micronutrientes saludables (OMS, 2018)

La FAO (2018) indicó que dichos trastornos alimenticios pasan a través de la dieta, que se ve afectada por el costo de los alimentos. En la actualidad, los alimentos nutritivos y frescos tienden a ser costosos por lo que la población prefiere adquirir alimentos menos costosos que en su mayoría se trata de alimentos de alto contenido calórico y bajo contenido de nutrientes y fibra.

Los alimentos denominados “snacks” que se definen como productos fáciles de manipular, constituidos en porciones individuales que satisfacen el apetito en corto plazo y no requieren de preparación previa (Ibañez, Guzmán y Zamorano, 2010), han cobrado importancia dentro del mercado de alimentos en los últimos años.

En el mercado de los alimentos hipercalóricos se encuentran las botanas, que a su vez se dividen en saladas y dulces. Dentro de la diversidad del mercado de botanas saladas, la mayoría de las ventas corresponden a chips que refieren a rebanadas finas fritas en este caso de papa, tortillas o vegetales en un 65%, mientras que el restante 35% corresponde a galletas saladas, frutos secos y otras botanas similares.

La atracción del consumidor por la papa frita tipo chips, se debe en gran parte a cambios importantes inducidos por la fritura (Pedreschi y Aguilera, 2002). A su vez, la calidad sensorial de un chip está relacionada con su textura crujiente, color uniforme y brillante, el sabor y aroma característicos por la incidencia del propio aceite y por nuevas sustancias producidas durante el proceso (Morales, 2008).

Alrededor de 1960, las papas fritas representaban no más de un 5% de todas las papas que se vendían en Estados Unidos, para 1986 representaba más del 25% y los expertos de la industria, reconocían que este alce en el consumo de papas fritas se le atribuye en gran parte a las mejoras realizadas por McDonald's ®.

Desde sus inicios, McDonald's ® invirtió grandes recursos para lograr que las papas fritas que se encuentran en su menú tuvieran la mejor calidad. Al principio lo único que se hacía en todas las franquicias de la marca, era vigilar el proceso de freído de las papas tratando de determinar la temperatura y el tiempo exacto para producir las papas de mejor calidad.

En su camino por encontrar el proceso exacto para crear las mejores papas fritas, McDonald's ® descubrió que la temperatura que se fijaba en los aparatos de freír guardaba relación con la temperatura del aceite; con esto, se dieron cuenta que la combinación temperatura/tiempo era más complicado de lo que creían ya que, aunque habían establecido lo que parecía la combinación óptima, los operadores seguían observando que no todos los lotes de papas se freían de la misma manera puesto que algunas salían doradas por fuera pero crudas por dentro.

En la búsqueda de producir las mejores papas fritas, McDonald's ® se dio a la tarea de investigar los factores que influían en la calidad final. Con la experiencia, llegaron a la conclusión de que el secreto estaba en la curación de las papas que recibían en el restaurante. Las que se guardaban en el almacén durante periodos más largos de tiempo producían mejores papas fritas que las que se freían inmediatamente después de recibirlas. Investigando esta idea, descubrieron lo que hoy ya se sabe en todo el negocio de comidas rápidas: que las papas que se usan para freír deben de tener un tiempo óptimo de maduración y ser curadas durante unas tres semanas

para que una proporción suficiente de los azúcares que tienen se conviertan en almidón; de otra manera, los azúcares producen un exceso de fritura creando una capa dorada en la superficie que hace creer que las papas ya están bien fritas cuando por dentro no lo están. Este descubrimiento los llevó a buscar otras mejoras. Después de varias pruebas y con gracias a los elaboradores de hojuelas de papa se enteraron que la variedad que ellos utilizaban varía grandemente en contenido de sólidos, lo cual influye mucho para que las papas fritas permanezcan bien tostadas después de la fritura. Por ello, comenzaron a medir la proporción de sólidos para determinar el contenido preciso que necesitaban para producir una papa quebradiza y así establecieron una norma de recepción para las papas que consistía en aceptar únicamente aquellas con un contenido de sólidos de 21%. (Love, 1986).

Aunque ya habían implementado varios cambios aún no llegaban a la papa que deseaban; poco después los encargados del proyecto, visitaron un lugar en el que servían hot dogs con papas fritas y encontraron que el sabor de dichas papas era muy parecido al que ellos tenían en mente. Indagando en el proceso de producción de ese negocio encontraron utilizaba el método “Chicago” para freír las papas que consiste en que, en lugar de freírlas de una vez durante cinco minutos en un solo proceso, como casi todos los restaurantes, ellos las freían durante tres minutos por la mañana y después acababa de freírlas durante un par de minutos antes de servir las, estaban convencidos de que el freído previo producía papas mejor tostadas. Así, McDonald’s® adoptó esta forma de hacer papas fritas, sin embargo, en este mismo lugar utilizaban una grasa especial para freír las papas que le daba un sabor característico al producto final, el secreto estaba en que la grasa que empleaban era una mezcla de grasa vegetal y animal. De esta forma, McDonald’s® comenzó a trabajar con la empresa *Interstate Foods Company* para crear la exclusiva la fórmula 47, que era la grasa que le daría el sabor característico a las papas de McDonald’s®, tan fue así que esta misma compañía se volvió líder en el mercado de grasas comestibles y le comenzó a vender a Burger King®, Wendy’s®, Jack In The Box®, entre otras empresas del mismo giro, fórmulas parecidas a la de McDonald’s para la elaboración de sus papas fritas Love, *op. cit.*, pp. 155-158.

Ni si quiera con estos cambios quedo satisfecha la pasión de McDonald's ® para refinar lo que se había convertido en su producto más importante. De acuerdo con Love (1986), en 1957 Louis Martino un franquiciatario, presentó a los responsables del proyecto, una idea que transformó el arte de la freidura en una ciencia, él estaba convencido de que, pese a todos los cambios que ya se habían realizado a este producto, sabía que el proceso de freír todavía arrojaba resultados disparejos y le parecía que el único remedio era automatizarlo y para lograr la automatización del proceso instalaron un laboratorio e iniciaron experimentos para descubrir el gran enigma ¿Qué le ocurre a una papa durante el ciclo de fritura?.

Para resolver dicha incógnita, colocaron sensores eléctricos en la caldera y en las mismas tajadas de papa y graficaron las lecturas de temperaturas durante el proceso. En el proceso de investigación se unió Ken Strong, uno de los principales procesadores de papa quien en conjunto con Martino hicieron el descubrimiento que llevó a McDonald's ® a la automatización del proceso de fritura de papas. Ocurría que, aunque los proveedores cumplieran con las especificaciones y los operadores siguieran las temperaturas y los tiempos establecidos, distintas tandas de papas variaban en el tostado y el punto de fritura. Martino descubrió como eliminar este problema, sus investigaciones revelaron que cuando al echar un lote de papas frías y húmedas en una caldera de grasa fundida, la temperatura del aceite baja instantáneamente, pero se estabiliza a un nivel diferente para cada lote antes de recuperar la temperatura. Una cosa más importante aún fue la observación de que por más que descendiera la temperatura, las papas quedaban siempre perfectamente fritas cuando la temperatura del aceite volvía a subir justamente 1.7 °C a partir del punto mínimo y este punto era el preciso para la automatización. Martino bautizó su descubrimiento como el “computador de papas”, pero en realidad no era más que un sensor eléctrico que determina en que momento la temperatura del aceite en la caldera había recuperado ese crítico 1.7 °C Love, *op. cit*, p. 160.

Así el dispositivo se introdujo en todos los restaurantes de McDonald's ® para automatizar el proceso de fritura indicándole al operador en que momento estaba completamente frita un lote de papas. Tal fue el funcionamiento de dicho

descubrimiento que una versión moderna es hoy el equipo normal en todas las freidoras de McDonald's® y el mismo principio se ha aprovechado para automatizar el proceso de otros productos que también se fríen, Love, *op. cit.*, p. 161.

Para contribuir con la problemática de los trastornos alimenticios como la obesidad y el sobrepeso, en México se implementó a partir del 2014 un impuesto a bebidas azucaradas y a un gran grupo de alimentos con alto contenido calórico, entre los que se encuentran las botanas. De acuerdo con Aguilera, Gutierrez, Rodríguez y Sansores (2017), en un análisis que realizaron sobre el impacto de dicho impuesto, se visualizó una disminución del consumo por parte de la población mexicana, sin embargo esto no generó un cambio de gran impacto para la industria dedicada a la producción de este tipo de alimentos, pero propició la generación de nuevas tendencias, motivando a la industria de alimentos a buscar alternativas de producción para obtener alimentos con una menor cantidad de grasa, azúcar, sodio, etc., conservando las características propias de estos alimentos, lo que implica el diseño de nuevos procesos y la combinación de los ya existentes (Moreira, 1997).

La cantidad de grasa en la composición de las papas es de 0.2% en materia seca (Cid M., 1999), sin embargo, ésta aumenta cuando se consumen fritas. La fritura es un proceso en el cual el producto se somete a una inmersión en aceite a alta temperatura con el propósito de modificar la superficie del producto. Las temperaturas altas (160°C-180°C) utilizadas en el proceso de fritura, producen en el alimento evaporación de agua que se transfiere al aceite, y simultáneamente el alimento absorbe aceite para remplazar en parte el agua eliminada del producto (Mellema, 2003). La cantidad de grasa absorbida también dependerá de la variedad, el tamaño y/o forma de corte de la papa y la temperatura de freído; a mayor temperatura y más grandes los trozos, menos grasa será absorbida por la papa. En general, las papas incorporan al freírse de un 5 a 25% de grasa (De Cos, López y Vázquez, 2005).

La elaboración de papas fritas presenta un proceso con diversos parámetros que influyen en la calidad del producto final, es por ello que numerosas variables

podieran conducir a la optimización de las condiciones de fritura para cada tipo de producto (Moncada, 2007). Las principales variables a considerar son:

- Dependientes del proceso
 - Temperatura/Tiempo
 - Tratamiento previo del alimento
 - Método de fritura (Olla, freidora continua o discontinua)
- Tipo de Aceite
- Dependientes del alimento
 - Relación superficie/volumen
 - Humedad
 - Composición de su fracción lipídica

El desarrollo de un producto frito bajo en grasa no solo podrá satisfacer la demanda de productos fritos sino también la cuestión de salud (Chen, Moreira, Sun, 1999). La calidad de las papas fritas puede mejorarse si se cambian favorablemente algunas etapas del proceso productivo; por ello se ha estudiado la efectividad en la disminución de absorción de grasa durante la elaboración de papas fritas a través de un tratamiento previo antes del freído, el secado. Pedreschi y Moyano (2005) investigaron el efecto de dicho tratamiento previo sobre la firmeza y absorción de aceite en chips de papa, determinando que el tratamiento de secado disminuye la absorción de aceite después de la fritura a 120 y 180 °C.

Otro punto importante que determina la calidad de las papas fritas es el tipo y calidad del aceite empleado en el proceso de fritura. La estabilidad del aceite y su grado de alteración influyen directamente en la duración y calidad del producto final (Coello, 2007). Debido al uso constante y a las altas temperaturas a las que se expone, el aceite utilizado para freír sufre diversas alteraciones atribuidas a cambios químicos que propician su deterioro, lo cual puede propiciar la aparición de factores indeseables en el producto final. Los principales cambios químicos que se observan en aceites calentados (Monferrer y Villalta, 1993) son: Hidrólisis, Autooxidación y Polimerización.

Para evitar al máximo la alteración de los aceites durante la fritura y por tanto la repercusión negativa sobre los aspectos nutritivos y toxicológicos de los alimentos fritos, conviene tener en cuenta las siguientes medidas:

- El alimento debe tener su superficie lo más seca posible, ya que la humedad favorece la hidrólisis y la formación de espuma lo que provoca la aceleración de la oxidación del aceite.
- La superficie de contacto aceite/aire debe de ser la mínima posible, para reducir los procesos oxidativos.
- No deben existir trazas de metales, que actúan como catalizadores acelerando las reacciones de degradación.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto se realizó el diagnóstico del proceso de producción actual de papas bajas en grasa. Para tener un control sobre el proceso, se fijaron criterios desde la recepción de materias primas.

➤ **Recepción de materias primas**

El proyecto de norma PROY-NOM-216-SSA1-2002 establece parámetros para evaluar la calidad del aceite con el que se lleva a cabo la fritura, por ello se realizó el análisis del aceite empleado para realizar la determinación de ácidos grasos libres utilizando el método de acidez titulable, AOAC (2000) 939.05. Por otra parte, se hizo una inspección visual sobre el estado físico de las papas que serán empleadas en el proceso.

➤ **Evaluación sensorial de producto actual y producto comercial**

Antes de plantear algún cambio en el proceso de producción se realizó la determinación de humedad, grasa y la evaluación sensorial al producto muestra, para conocer las características del producto que tiene un mercado cautivo. Lo anterior con la finalidad de preservar y/o mejorar la calidad del producto final pese a los cambios que se implementen en el proceso. Se realizaron estas mismas determinaciones para las papas Sabritas® originales de sal con la finalidad de realizar una comparación con el producto ofrecido.

Para la evaluación sensorial se establecieron los siguientes parámetros: sabor, color, aroma y textura. La evaluación se llevó a cabo con diez jueces no entrenados, aplicando el cuestionario que se encuentra en el anexo 1. Se realizó la determinación de humedad por el método de secado en termobalanza y la determinación de grasa a las papas fritas mediante el método AACC 1986, para evaluar si es que cumplen con lo establecido en la NOM- 086-SSA1-1994 respecto a los productos bajos en grasa.

Una vez conocidas las características deseadas, se establecieron las diferentes condiciones de proceso para identificar con cuál se obtiene el producto de mejor calidad.

➤ **Secado**

El proceso de secado se lleva a cabo con un Deshidratador de Alimentos Industrial Yescom. Para evaluar la eficacia del secado previo a la fritura, se estableció el porcentaje de humedad final que deben tener las papas. Para ello se monitoreó la humedad de las papas, por el método de termobalanza, cada 15 minutos hasta obtener una humedad final de 66%.

➤ **Freído**

Para evaluar el efecto del secado previo a la fritura se emplearon dos lotes de láminas de papa, uno sin tratamiento de secado y el segundo que fue secado hasta una humedad final de 66%. A su vez, cada lote se dividió para evaluar el tiempo y temperatura de freído de la siguiente forma.

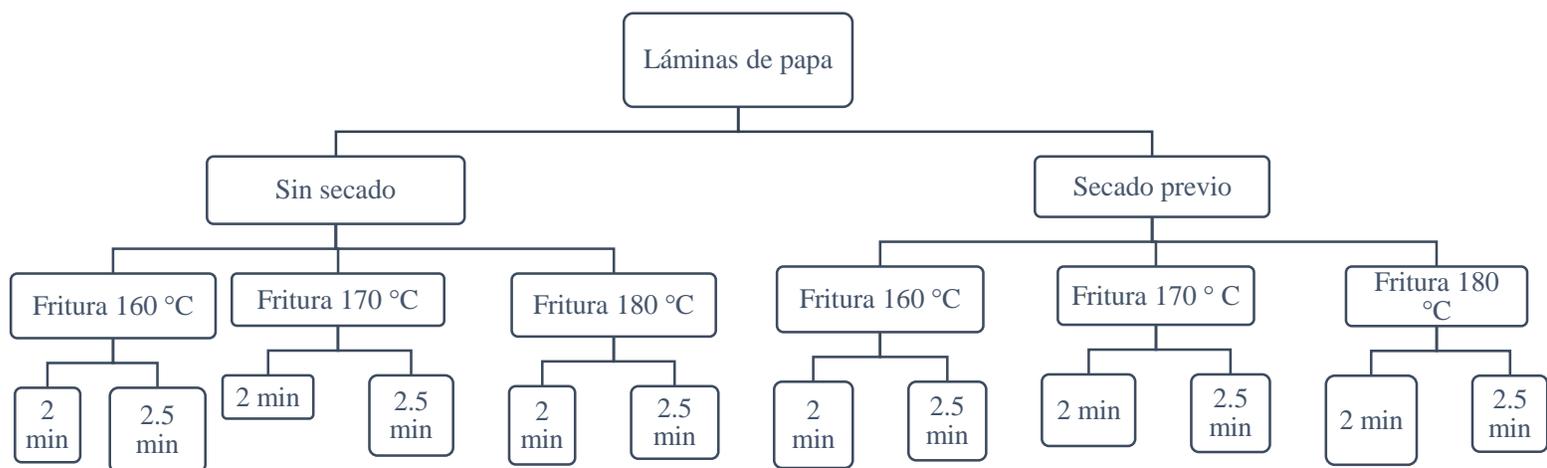


Figura 2. Esquema experimental de trabajo.

Las láminas de papa con o sin tratamiento de secado previo, se introdujeron en una freidora contenida por 4 litros de aceite de maíz según el tiempo establecido. Una vez transcurrido ese tiempo las chips se dejaron escurrir en la canastilla metálica propia de la freidora por un minuto y se colocaron en papel absorbente para su enfriamiento.

➤ **Características del producto final**

Para poder evaluar el efecto de cada uno de los tratamientos probados, se realizaron las determinaciones de grasa y humedad por los métodos mencionados anteriormente.

➤ **Análisis estadístico**

Para poder analizar los datos obtenidos, se empleó el método estadístico, utilizando el programa Statgraphics Centurion (XV), donde se realizó un análisis de varianza por ANOVA con un nivel de confianza de 95%. En el caso de existir diferencia significativa entre las muestras, la separación de medias se realizó por el método de Tukey.

➤ **Elección de condiciones de proceso y Puntos Críticos de Control**

Con base en los resultados obtenidos y tomando en cuenta las características deseadas del producto que se desea ofrecer (bajo en grasa), se eligieron los dos lotes de papas que cumplieran con este, para realizar una evaluación sensorial con consumidores y decidir el producto de mayor agrado y con eso establecer las condiciones de proceso a implementar.

Analizando el proceso productivo y los resultados obtenidos se establecieron puntos críticos de control para garantizar la calidad de cada uno de los lotes producidos.

➤ **Implementación del proceso estandarizado**

Con los resultados de la evaluación sensorial se eligió el proceso adecuado para la producción de papas fritas bajas en grasa con características sensoriales agradables para el consumidor. Se implementó el nuevo proceso tomando en cuenta las nuevas condiciones y puntos críticos de control.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para comenzar se establecieron criterios de recepción de materias primas, así como la evaluación de la calidad del aceite con el que se lleva a cabo la fritura de las papas. Para comenzar a freír las papas y se alcance la fritura deseada, es necesario que la freidora contenga cuatro litros de aceite. Debido a la alta demanda de los productos de Cojabit, la empresa produce altas cantidades de botanas al día por lo que cada cierto número de lotes se añade aceite nuevo lo que hace que la calidad de este no se vea afectada por las altas temperaturas o el uso constante. Al finalizar el día, el aceite empleado se desecha y se limpian las freidoras, por lo que cada día el aceite que se emplea es nuevo. Se tomaron tres muestras del aceite con el que se lleva a cabo la fritura de las papas a lo largo del día, se tomó una muestra del aceite inicial (muestra 1), posteriormente se tomó la muestra después de la producción de cinco lotes de papas (muestra 2) y al finalizar el día después de la producción del último lote se tomó la última muestra (muestra 3). Se realizaron análisis de AGL a cada muestra de aceite por el método de acidez titulable por triplicado; en la siguiente tabla se muestra el promedio y el coeficiente de varianza para cada resultado, de la misma forma se encuentran los límites y especificaciones establecidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana, PROY-NOM- 216-SSA1-2002 para la calidad de aceites utilizados para fritura.

Tabla 1. Análisis de AGL en muestras de aceite para producción de papas fritas.

Muestra	% de AGL expresado como ácido oleico		Características físicas
	Promedio	CV	
Muestra 1	0.44	0.01	Color claro, sabor y aroma característico sin formación de espumas.
Muestra 2	0.87	0.03	Color más intenso que el inicial, sabor y aroma característico sin formación de espumas.

Muestra	% de AGL expresado como ácido oleico		Características físicas
	Promedio	CV	
Muestra 3	1.12	0.05	Color más intenso que el inicial, sabor y aroma característico sin formación de espumas.
PROY-NOM-216-SSA1-2002	2.0		Color claro, sabor y aroma característico sin formación de espumas.

Como se observa en la tabla 1, el % de AGL expresado como ácido oleico y las características físicas de las muestras de aceite tomadas a lo largo de una jornada de producción de papas fritas, cumplen con lo establecido en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-216-SSA1-2002. La velocidad de oscurecimiento o cualquier otro cambio en las características del aceite de fritura dependen de manera considerable de la velocidad de renovación del aceite en el recipiente (Castro, 2007). La renovación del aceite que se utiliza para la producción es constante, por ello no presenta signos de deterioro. Para la recepción de las papas se estableció que se debe evaluar el estado físico de éstas. Siguiendo con lo establecido en el PROY-NOM-216-SSA1-2002, debe ser un producto fresco, estar libre de contaminación que altere su calidad sanitaria, además, deberá estar libre de materia extraña, insectos y/o humedad, debe contar con el color y aroma característico.

Se realizaron las determinaciones de grasa y humedad y una evaluación sensorial el producto muestra y a una muestra comercial que fueron las papas Sabritas® originales de sal, con el objeto de conocer las características sensoriales de cada producto.

Tabla 2. Resultados determinación de Humedad y Grasa para papas fritas.

Muestra	% Humedad		% Grasa	
	Promedio	CV	Promedio	CV
Papas fritas bajas en grasa	6.88	0.03	43.74	0.11
Papas Sabritas Originales ®	3.24	0.01	48.8	0.08

Para conocer la similitud entre ambos productos, se realizó una evaluación sensorial a las papas de Cojabit y a las papas Sabritas ® Originales con un panel constituido por 10 jueces (no entrenados). Se aplicó un cuestionario (ANEXO 1) donde se presentó una escala hedónica de 5 puntos desde el 1 que significa “Ausencia” hasta el punto 5 que refiere a “Máxima intensidad”. Para el análisis de datos se empleó el programa Statgraphics Centurion (XV), mediante un análisis de varianza por ANOVA con un nivel de confianza de 95%. En el caso de existir diferencia significativa entre las muestras, la separación de medias se realizó por el método de Tukey. En la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis estadístico; las letras distintas en el superíndice de cada valor de cada atributo indican que existe diferencia significativa entre las muestras.

Tabla 3. Resultados evaluación sensorial producto muestra y producto comercial.

Muestra/Atributo	Aroma característico	Sabor a grasa	Sabor Salado	Color oscuro	Textura crujiente
Papas fritas bajas en grasa	3.17 ^a	3.00 ^a	2.4 ^a	3.54 ^a	3.24 ^a
Papas Sabritas Originales ®	2.83 ^a	4.17 ^b	4.2 ^b	2.27 ^b	4.83 ^b

Como se puede observar en la tabla 3 existe diferencia significativa en todos los atributos evaluados de las dos muestras de papas con excepción del aroma. Resultó que el color oscuro es más intenso en las papas de Cojabit; para los atributos de sabor salado, sabor a grasa y textura crujiente las papas Sabritas Originales tienen mayor intensidad.

Los resultados de las determinaciones del producto muestra y el comercial plasmados en la tabla 2 y 3, indican que la principal diferencia entre ambos productos es la textura y el sabor. En la evaluación sensorial del producto comercial, éste se percibe como más crujiente, lo que se atribuye al menor contenido de humedad en su composición, por el contrario, su mayor contenido graso hace que el sabor a grasa sea más intenso que el de las papas de Cojabit. La comparación entre ambos productos se realizó para establecer las características que se desean obtener teniendo en cuenta los cambios que pudieran existir en el proceso. Con esto se concluye que se requiere un producto más crujiente que el actual, se desea mantener el sabor salado, disminuir el sabor a grasa y mantener el color y el aroma característico.

En el proceso original de Cojabit, la deshidratación de las papas se lleva a cabo a 45 °C por 30 minutos, pero no existe un control del contenido de humedad al que se llega antes de la fritura. La humedad inicial de la papa fue de 77 %. De acuerdo con Pedreschi y Moyano (2005), la efectividad del proceso de secado previo a la fritura se comienza a observar cuando se disminuye la humedad inicial de la papa por lo menos en un 10%. Tomando en cuenta lo anterior, se secaron las láminas de papa hasta una humedad final de 66% para ello se monitoreó la humedad por el método de termobalanza cada 15 minutos durante la primera hora, hasta alcanzar el porcentaje establecido de 66%. El tiempo que tardó el proceso de secado fue de 43 minutos.

Como se plantea en la metodología, se evaluaron dos lotes de láminas de papa una sometida a un secado previo y la otra sin secar. A su vez, cada lote se dividió para llevar a cabo el proceso de fritura a diferentes condiciones de tiempo y temperatura (Figura 2).

Para evaluar la eficacia de cada proceso según las variables de cada uno se realizaron las determinaciones de humedad y grasa. A continuación, se presentan los resultados haciendo comparaciones entre las variables que hay en el proceso que son: tratamiento previo (secado), temperatura y tiempo de freído. De igual forma que para el análisis de los valores obtenidos en las etapas previas del proyecto, el análisis de los resultados obtenidos se realizó a través del método estadístico análisis de varianza ANOVA con un nivel de confianza de 95%, empleando el programa Statgraphics Centurion (XV). En el caso de existir diferencia significativa entre las muestras, la separación de medias se realizó por el método de Tukey. Las letras distintas en el superíndice de cada valor de cada determinación presentadas a continuación, indican que existe diferencia significativa entre las muestras.

Tabla 4. Resultados % Humedad final en papas fritas. Comparación por tratamiento.

Temperatura (°C)	Tratamiento	2 min		2.5 min	
		Promedio	Varianza	Promedio	Varianza
160	Sin	14.73 ^a	0.06	13.00 ^a	0.01
	Con	10.00 ^b	0.01	7.56 ^b	0.02
170	Sin	13.96 ^a	0.01	11.58 ^a	0.06
	Con	8.22 ^b	0.01	6.59 ^b	0.03
180	Sin	12.80 ^a	0.03	10.28 ^a	0.01
	Con	6.93 ^b	0.01	4.56 ^b	0.01

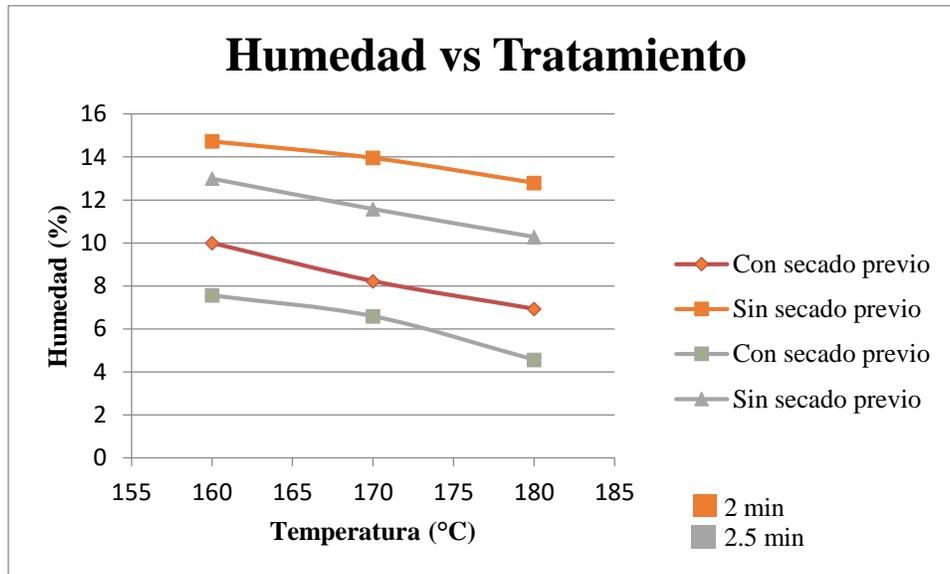


Gráfico 1. Comparación por % Humedad y Tratamiento.

De acuerdo con el análisis estadístico de los resultados obtenidos de la determinación de humedad final en las chips de papa bajas en grasa, existe diferencia significativa entre las chips que fueron sometidas al tratamiento previo a la fritura y las que no se secaron. La humedad final es mayor en las chips sin secado previo. Si bien la fritura podría ser considerada como un proceso de secado por la ebullición del agua debido a las altas temperaturas, la humedad inicial de las láminas de papa antes de la fritura es un factor determinante en la humedad final de las chips.

Tabla 5. Resultados % Humedad final en papas fritas. Comparación por tiempo y temperatura.

Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Sin secado		Con secado	
		Promedio	Varianza	Promedio	Varianza
160	2	14.73 ^a	0.06	10.00 ^a	0.01
	2.5	13.00 ^b	0.01	7.56 ^b	0.02
170	2	13.96 ^a	0.01	8.22 ^a	0.01
	2.5	11.58 ^b	0.06	6.59 ^b	0.03

Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Sin secado		Con secado	
		Promedio	Varianza	Promedio	Varianza
180	2	12.80 ^a	0.03	6.93 ^a	0.01
	2.5	10.28 ^b	0.01	4.56 ^b	0.01

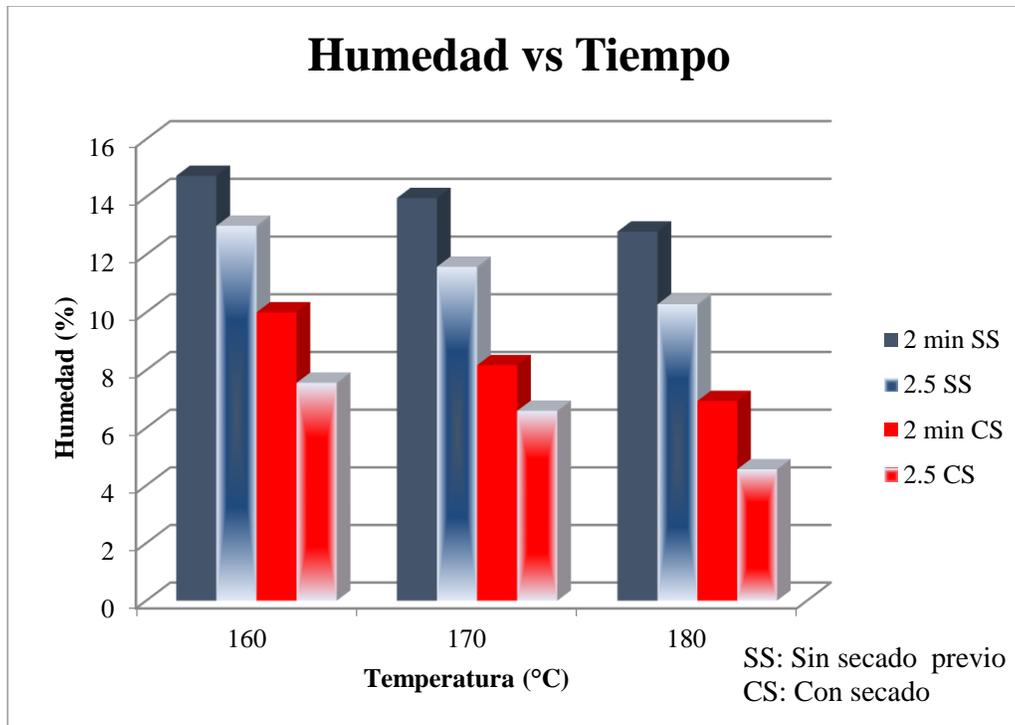


Gráfico 2. Comparación por % Humedad, Temperatura y Tiempo.

Se realizó la comparación entre los procesos para evaluar el efecto del tiempo de fritura en la humedad final de las chips. Como se encuentra en la tabla 5, el análisis estadístico arroja que existe diferencia significativa entre el tiempo de fritura de las láminas de papa.

Si observamos el gráfico 1 podemos ver que a menor tiempo de fritura mayor es el contenido de humedad; esto se visualiza con mayor claridad en el gráfico 2 donde se compara cada temperatura de fritura con el tiempo que permanecieron las láminas de papa inmersas en aceite. En los tres procesos se observa que a mayor tiempo de fritura menor es el contenido de humedad, esto se debe a que como se

mencionó anteriormente, el proceso de freído elimina el agua de la papa en forma de vapor deshidratando su superficie, por ello mientras más tiempo permanezca el alimento en el aceite mayor será el agua que se elimine de este. La temperatura de freído únicamente acelera el proceso de eliminación del agua por lo tanto a mayor temperatura y tiempo de fritura la deshidratación será mayor lo que da como resultado un % de humedad final menor.

La importancia de la humedad en un alimento destinado a fritura, radica en la cantidad de aceite que puede absorber la en función de su humedad inicial. En el proceso de fritura se lleva a cabo la eliminación del agua que contiene el alimento y al mismo tiempo ocurre la absorción de aceite del medio, esto con el fin de remplazar el agua que ha perdido y ocupar el espacio libre que ha dejado el agua. Por ello el contenido final de grasa en cualquier producto frito, depende en gran medida de la humedad, la porosidad y la superficie expuesta al aceite de fritura (Villada et al., 2009).

Por otra parte, la humedad final de un producto frito es determinante para los atributos de textura y color que son considerados de los más importantes para la aceptación del producto dentro del mercado de botanas fritas.

De acuerdo con Coello (2007), la humedad de los alimentos destinados a fritura también influye en la calidad de los aceites ya que una cantidad excesiva de humedad en la superficie del alimento produce un burbujeo violento durante la inmersión en aceite y el desarrollo más rápido de ácidos grasos libres; por lo tanto, el exceso de humedad debería eliminarse antes de sumergir el alimento en grasa, para evitar descomposición temprana del aceite que a su vez será absorbido por el alimento logrando afectar la calidad final de este.

Considerando estos puntos, se debe tomar en cuenta que la humedad en un producto frito es un importante indicador de calidad.

Como se ha planteado anteriormente el objetivo del proyecto es encontrar las condiciones de proceso que nos garanticen la disminución de grasa. Para ello se llevó a cabo el monitoreo del contenido de grasa en el producto final de cada proceso probado. Los resultados se presentan a continuación.

Tabla 6. Resultados % Grasa final en papas fritas. Comparación por tratamiento.

Temperatura (°C)	Tratamiento	2 min		2.5 min	
		Promedio	Varianza	Promedio	Varianza
160	Sin	40.6 ^a	0.31	42.65 ^a	0.31
	Con	27.84 ^b	0.03	29.89 ^b	0.03
170	Sin	38.69 ^a	0.28	39.99 ^a	0.02
	Con	26.08 ^b	0.11	29.34 ^b	0.11
180	Sin	36.09 ^a	0.6	38.73 ^a	0.86
	Con	25.42 ^b	0.09	28.87 ^b	0.03

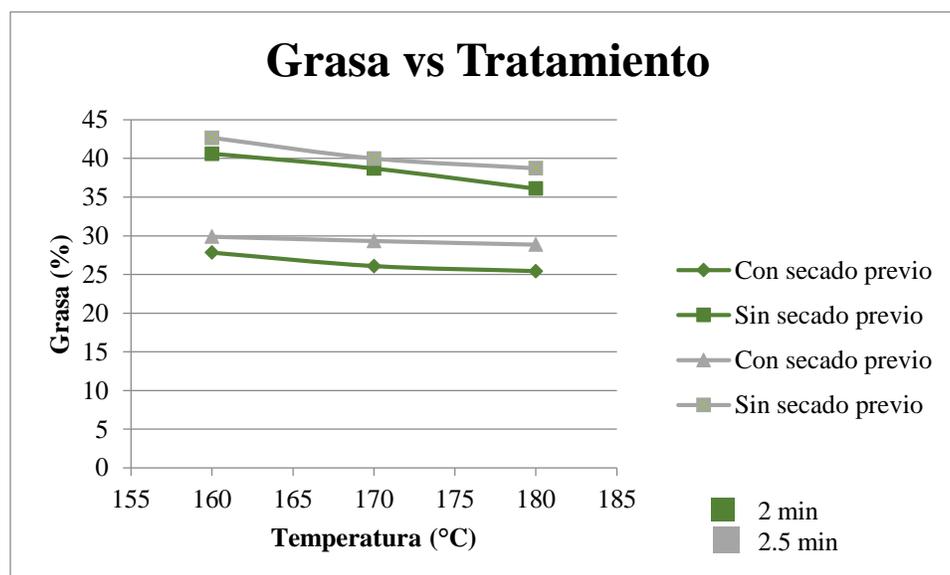


Gráfico 3. Comparación por % Grasa y Tratamiento.

En la tabla 6, donde se realiza la comparación de medias entre el lote que recibió el tratamiento previo de secado y el que no, se observa que si existe diferencia significativa en la absorción de grasa de ambos lotes.

En el gráfico 3 se puede visualizar la tendencia que sigue el % de grasa de acuerdo con el proceso empleado. El porcentaje de grasa es mayor en las chips que no fueron sometidas al secado previo a la fritura. Esto se atribuye al contenido de agua de las láminas de papa antes de la fritura. Durante la fritura ocurre una transferencia de masa con flujos de vapor de agua y de aceite en direcciones opuestas en el alimento (Bouchon, 2003). La proporción de grasa absorbida está dada por la cantidad de agua presente en el alimento antes de la fritura. El lugar que deja el agua en la composición del alimento es ocupado por el aceite en el que se lleva a cabo la fritura, por ello entre menor contenido de humedad inicial tengan las papas será menor el contenido final de grasa. Tomando en cuenta los resultados, el proceso de secado previo aplicado garantizó una disminución en el contenido de grasa del producto final en los procesos probados.

Tabla 7. Resultados % Grasa final en papas fritas. Comparación por tiempo.

Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Sin secado		Con secado	
		Promedio	Varianza	Promedio	Varianza
160	2	40.6 ^a	0.31	27.84 ^a	0.03
	2.5	42.65 ^b	0.31	29.89 ^b	0.03
170	2	38.69 ^a	0.28	26.08 ^a	0.11
	2.5	39.99 ^b	0.02	29.34 ^b	0.11
180	2	36.09 ^a	0.60	25.42 ^a	0.09
	2.5	38.73 ^b	0.28	28.87 ^b	0.03

Tabla 8. Resultados % Grasa final en papas fritas. Comparación por temperatura.

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Sin Secado		Con Secado	
		Promedio	Varianza	Promedio	Varianza
2	160	40.60 ^a	0.31	27.84 ^a	0.03
	170	38.69 ^b	0.28	26.08 ^b	0.11
	180	36.09 ^c	0.60	25.42 ^b	0.09
2.5	160	42.65 ^a	0.31	29.89 ^a	0.03
	170	39.99 ^b	0.02	29.34 ^b	0.11
	180	38.73 ^b	0.86	28.87 ^b	0.03

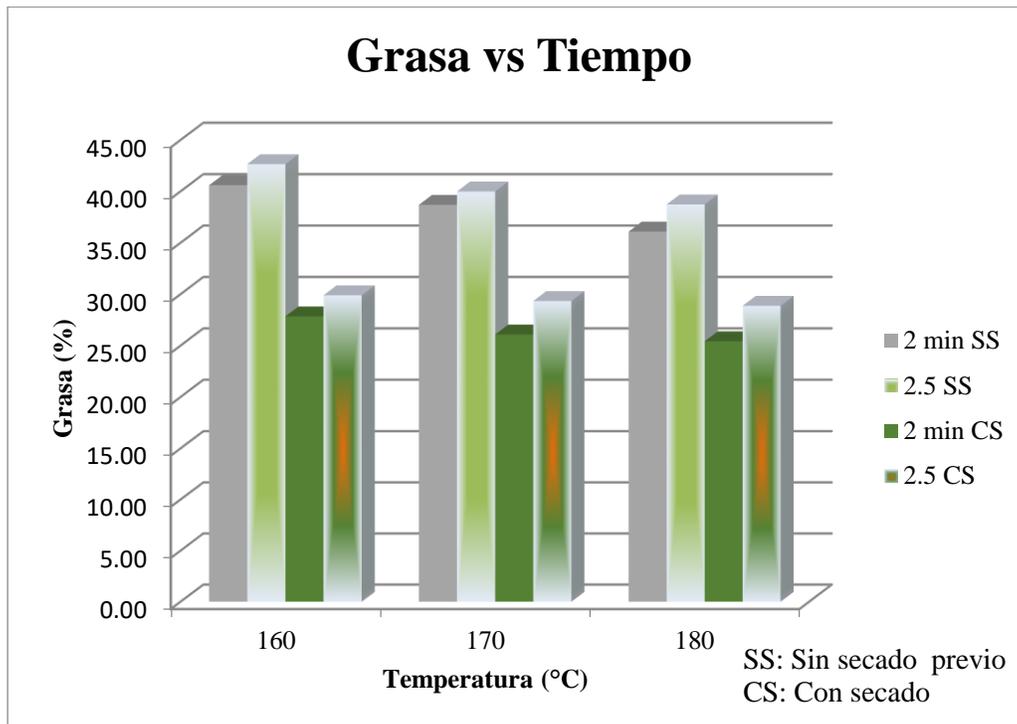


Gráfico 4. Comparación por % Grasa, Tiempo y Temperatura.

El análisis estadístico realizado para la comparación del tiempo de fritura arrojó que existe diferencia significativa entre freír por 2 y 2.5 minutos (Tabla 7). Si se observa

el gráfico 4, es posible identificar la tendencia que sigue el contenido final de grasa en las chips respecto al tiempo de fritura. Ocurre que mientras que las láminas de papa pasen más tiempo inmersas, la absorción de aceite será mayor. Por lo tanto, a mayor tiempo de freído será mayor el contenido de grasa en la composición final. Esto está relacionado con la eliminación de agua, entre más tiempo se exponga la papa a las altas temperaturas, la deshidratación y la simultánea absorción de aceite continua.

Siguiendo con el análisis de las variables de proceso, en la tabla 8, se encuentra la comparación por temperaturas de freído. Se observa mediante el análisis estadístico y comparación de medias que no existe diferencia significativa en freír a 170 y 180 °C. Sin embargo, si hay diferencia entre freír a esas dos temperaturas que a 160 °C. En el gráfico 4 se puede observar que a 160 °C el porcentaje de grasa es mayor que a 170 y 180 °C. La cantidad de grasa absorbida también dependerá de la variedad, el tamaño y/o forma de corte de la papa y la temperatura de freído; a mayor temperatura y más grandes los trozos, menos grasa será absorbida por la papa (De Cos, López y Vázquez, 2005).

Durante el proceso de fritura se forma en la superficie del alimento una costra, esto ocurre debido a los cambios producidos en la composición de los alimentos, principalmente en las proteínas y carbohidratos, estos se modifican por efecto del calor transferido y la eliminación de agua. Esta costra es la responsable de la textura crujiente característica de los productos fritos. En general, las temperaturas altas contribuyen a que la costra se forme más rápidamente y esto impide, en gran parte, la migración de nutrientes desde el interior del alimento hacia el aceite (Bravo, 2008). A este fenómeno se puede atribuir que a menor temperatura el contenido de grasa es mayor ya que la cocción y formación de la costra es más lenta por lo que la absorción de la grasa continua hasta que el producto sale del aceite.

La temperatura de fritura también influye en la calidad del aceite. Aunque las altas temperaturas empleadas aceleran el proceso, promueven la descomposición del aceite lo cual es indeseable en el proceso de elaboración de productos fritos, ya que, al ser absorbido por el producto, si este se encuentra en mal estado puede

influir en la calidad del producto final. Por ello, es necesario encontrar una relación óptima entre la temperatura y el tiempo de fritura (Villalta y Monferrer, 1993).

Tomando en cuenta los resultados obtenidos de la metodología experimental se decidió elegir dos de los productos obtenidos que cumplan con las características deseables para el producto, es decir, que contenga un porcentaje menor de grasa que el producto muestra y el comercial y que sus características sensoriales sean aceptables. Para ello se realizó una evaluación sensorial con consumidores; en la prueba se evaluaron los mismos atributos que en la evaluación del producto muestra y el comercial.

Se eligieron las chips que salieron del proceso con tratamiento de secado previo, con temperatura de freído a 170°C por 2 min y temperatura de freído a 180°C por 2.5 min. Dichos lotes fueron elegidos porque presentan el contenido de grasa menor y de acuerdo con el análisis estadístico, no existe diferencia significativa en entre freír a estas dos temperaturas. Sin embargo, se quiere evaluar cuál de los dos presenta la textura más agradable para los consumidores que viene dada por el tiempo de freído, con relación a la humedad final del producto. Se aplicó el cuestionario del anexo 2 a 50 jueces. Los resultados obtenidos se analizaron de la misma forma que la primera evaluación sensorial y los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 9. Resultados evaluación sensorial producto final.

Muestra/Atributo	Aroma característico	Sabor a grasa	Sabor Salado	Color oscuro	Textura crujiente
Chips 170 °C/2 min	3.58 ^a	4.66 ^a	4.12 ^a	3.04 ^a	3.63 ^a
Chips 180 °C/2.5 min	3.74 ^a	3.75 ^b	3.95 ^a	2.97 ^a	3.86 ^a

Como podemos observar, únicamente existe diferencia significativa en el atributo de sabor a grasa. En los demás atributos no se percibe la diferencia. El objetivo general de dicha evaluación sensorial era conocer el agrado del consumidor por ambos productos, como objetivo específico se tenía evaluar el agrado de la textura.

Debido a que el atributo de textura se percibe igual y el contenido de grasa es más agradable el de las chips a 170 °C/2 min, se eligieron estas condiciones de proceso para la elaboración de papas fritas bajas en grasa.

De acuerdo con Moyano y Pedreschi (2005) existen diferentes mecanismos de absorción de aceite durante la fritura de la papa los cuales se enlistan a continuación:

- Aceites estructurales que es el aceite que se absorbe durante la fritura.
- Aceite que penetra por succión en la papa frita durante el enfriamiento después de salir de la freidora.
- Aceite de superficie se trata del aceite que queda rezagado en la superficie.

Con base en esto y los resultados de la metodología experimental, se establecieron como puntos de control de proceso (PCP) los siguientes:

- Secado: como se revisó con anterioridad la humedad inicial de la papa antes de la fritura es clave para la absorción de grasa. Mientras más contenido de agua tenga la papa será mayor la absorción de aceite. Se estableció una humedad previa a la fritura de 66%.
- Freído: El tiempo y temperatura de freído son claves para el contenido de grasa y textura del producto final. Por ello se estableció una temperatura ideal de freído de 170°C por un tiempo de 2 minutos
- Ecurrido: El escurrido después de la fritura se considera como un punto de control ya que en esta parte del proceso ocurre parte de la absorción de aceite, por ello se estableció que se escurran las papas dentro de la canastilla metálica sacudiéndola alrededor de un minuto.

Por otro lado, se establecen como puntos críticos de control (PCC) la temperatura y tiempo de fritura así como la calidad de aceite empleado. Esto debido a que durante la fritura de productos ricos en carbohidratos como lo es la papa, se puede producir la acrilamida, que es considerada como una sustancia carcinogénica. Se ha observado que el tiempo y temperatura de fritura influyen en la formación de acrilamida en la superficie de las papas fritas, aumentando el contenido tanto con la temperatura como con el tiempo de fritura (Gökme, Palazoglu, Senyuva, 2005). El aceite utilizado para freír, debido al uso y a las altas temperaturas a las que se expone, sufre diversas alteraciones atribuidas a cambios químicos que propician su deterioro. Su estabilidad y grado de alteración influyen directamente en la duración

y calidad del producto final (Coello, 2007), por ello es importante emplear aceites de buena calidad en la elaboración, en este caso de papas fritas. El diagrama de bloques del proceso final se muestra a continuación.

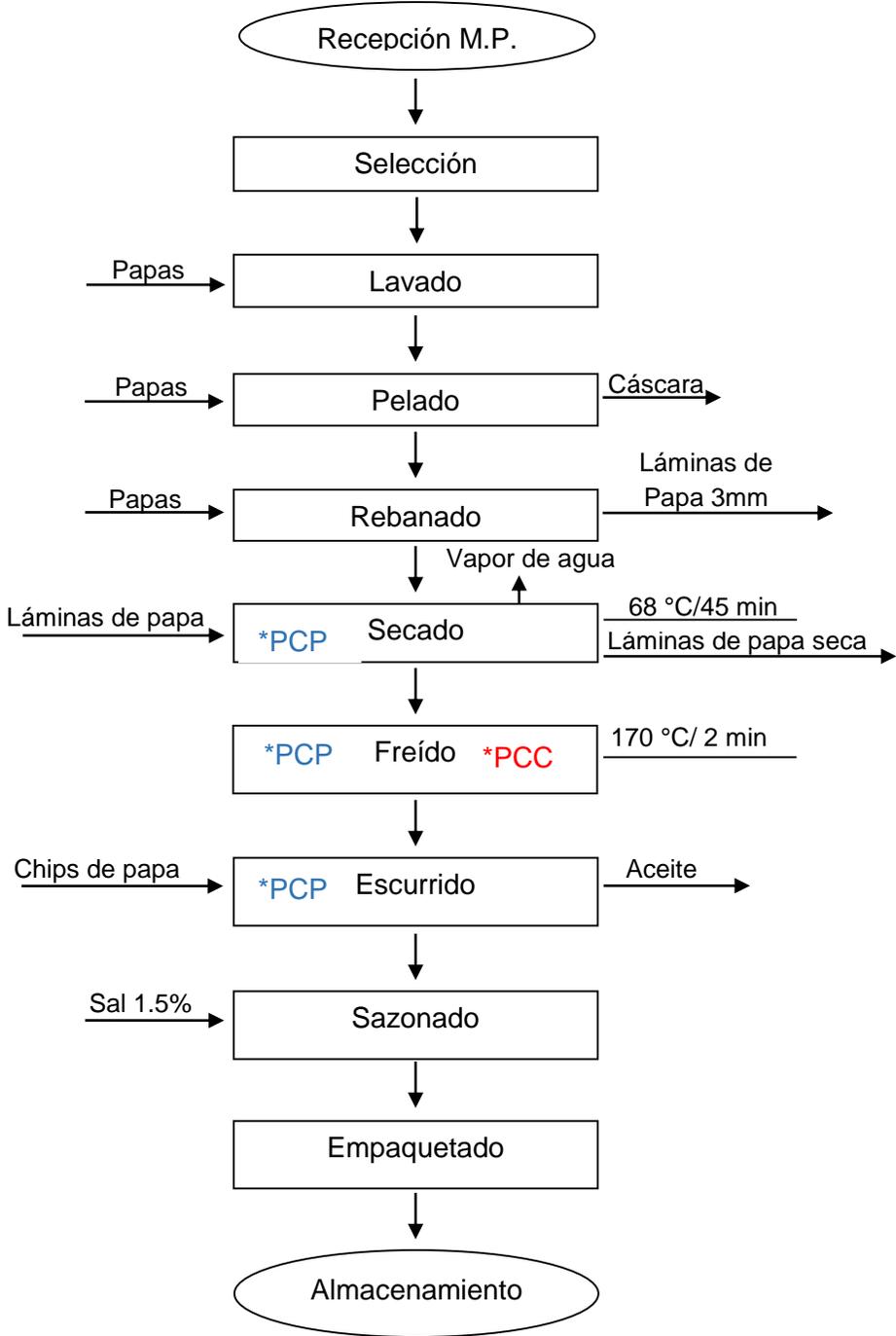


Figura 3. Diagrama de flujo final elaboración de papas fritas bajas en grasa.

Según la Norma Mexicana NOM-086-SSA1-1994, bienes y servicios. alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. especificaciones nutrimentales, se clasifica como un producto bajo en grasa al cual su contenido de grasa es menor o igual a 3 g/porción; un producto reducido en grasa es aquel cuyo contenido de grasa es al menos un 25% menor en relación al contenido de grasa del alimento original o de su similar. De acuerdo con el proceso establecido y el contenido de grasa del producto final y tomando en cuenta que el producto muestra y el comercial en promedio tienen un contenido de grasa de 46.27% y el producto final tiene 26.08%, éste se clasifica como un producto reducido en grasa.

CONCLUSIONES

- ✓ Se cumple la hipótesis planteada respecto al contenido de humedad inicial en la papa antes del proceso de fritura, ya que el secado es un tratamiento previo a la fritura que disminuye la absorción de grasa durante el freído de la papa puesto que el contenido de humedad de las láminas de papa antes del proceso de freído es directamente proporcional a la absorción de aceite por los chips, es decir, a menor contenido de humedad menor absorción de aceite.
- ✓ Se acepta la hipótesis planteada de la influencia del tiempo de fritura en el contenido de grasa en la elaboración de papas fritas, puesto que las condiciones de proceso de fritura, tiempo y temperatura, influye en el contenido de grasa del producto final, ya que a mayor tiempo y menor temperatura de freído mayor es la absorción de aceite.
- ✓ Se cumplió el objetivo general y los objetivos específicos ya que se probaron diferentes condiciones de proceso variando humedad previa a la fritura y temperatura y tiempo de freído evaluando la eficacia de cada proceso de acuerdo con el perfil del producto final tomando en cuenta el % de humedad, % de grasa y los parámetros sensoriales para establecer la siguiente combinación tiempo/temperatura de fritura:
 - Tiempo de freído: 2 minutos
 - Temperatura de freído: 170 °C
 - Tiempo de escurrido: 1 minuto

que garantizan tanto la disminución de grasa y las características sensoriales deseadas en cada lote producido, así como la optimización en el tiempo de proceso de elaboración de papas fritas bajas en grasa. De acuerdo con los objetivos planteados, se pudo clasificar al producto terminado dentro de la clasificación de producto reducido en grasa de acuerdo con la NOM-086-SSA1-1994.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera N., Rodríguez R., Sansores D., Gutiérrez C., 2017. Impuestos en botanas. Su impacto en precio y consumo en México. *El trimestre Económico*. Vol. LXXXIV, núm. 336, p.p.773-803.
- Badui, S., 2006. Química de los Alimentos, Cuarta edición, Distrito Federal: México.
- Bouchon P., Aguilera J.M., Pyle D.L. 2003. Structure oil-absorption relationships during deep-fat frying. *Journal of Food Science*, 68, p.p. 2711–2716.
- Bravo J.E., 2008. Contribución al estudio de la fritura al vacío: Deshidratación de rodajas de manzana. Tesis de Doctorado. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos.
- Chiavaro, E., Barbanti, D., Vittadini, E., Massini, R., 2005. The effect of different cooking methods on the instrumental quality of potatoes. *Journal of Food Engineerins* Vol. 77, p.p.169-178.
- Cid M., 1999. Hortalizas y Verduras. En: I. Astiasarán y A. Martínez eds. *Alimentos Composición y Propiedades*. Madrid: Mc Graw Hill, 5.
- Coello C, N. 2007. Determinación de las condiciones de inactivación enzimática y su efecto con la temperatura y tiempo de fritura sobre la firmeza y calidad sensorial de rodajas fritas de plátano. Trabajo de Tesis en Ingeniería en Industrias Alimentarias de Programa de Titulación Profesional Extraordinaria. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.
- De Cos A., Vázquez C., López-Nomdedeu C. 2005. *Alimentación y Nutrición*. Segunda Edición, Madrid: Díaz de Santos.
- Diario Oficial de la Federación, s.f.. *Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY- NOM-216-SSA1-2002, Productos y servicios. Botanas. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba*. [En línea] (Actualizado al 25 de Agosto de 2008) Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=692209&fecha=25/08/2003 [Último acceso el 14 de Marzo de 2018].

- FAO, FIDA, UNICEF, PMA, OMS, 2018. *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición*. [En línea] Disponible en: <http://www.fao.org/3/I9553ES/i9553es.pdf> [Última revisión 1 de mayo de 2019].
- Fennema, O., 2010. *Química de los Alimentos*, Tercera Edición, Zaragoza: España.
- Gökmen, V., Palazoglu, K.T. y Senyuva, H.Z. (2005). "Relation between the acrylamide formation and time-temperature history of surface and core regions of French fries". *Journal of Food Engineering* 77, p.p. 972-976.
- González-Martínez, G., Ahrné, L., Gekas, V., Sjöholm, I., 2004. Analysis of temperature distribution in potato tissue and its effect on the absolute residual pectin methylesterase activity. *Journal of Food Engineering* Vol. 65, p.p. 433–441.
- INSP, SSF, 2016. *Encuesta Nacional de Salud Nutrición de Medio Camino*. [En línea] (Actualizado en 2016) Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT.pdf> [Último acceso el 1 de mayo de 2019].
- Kita, A., 2002. The influence of potato chemical composition on crisp texture, *Food Chemistry*, Vol. 76 (2), p.p. 173-179.
- Love, F. J., 1986. *McDonald's La empresa que cambio la forma de hacer negocios en el mundo*. Primera Edición, Nueva York: Estados Unidos.
- Masson, L., Robert, P., Romero, N., Dobarganes, M., Izaurieta, M., Ortiz, J., Wittig, E., 2001. Fritura industrial de patatas críps. Influencia del grado de insaturación de la grasa de fritura sobre la estabilidad oxidativa durante el almacenamiento. *Grasas y aceites*, Vol. 52 (6), p.p.389-396.
- Mellema, M. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends in Food Science and Technology*, 14, 2003, p.p. 364–373.
- Moncada V, G. 2007. Optimización del color, sabor, y crocantez de rodajas fritas de plátano (*Musa paradisiaca*; Variedad Inguiri) por efecto de la temperatura y tiempo de fritura utilizando el método de superficie de

respuesta. Trabajo de Tesis en Ingeniería Agroindustrial de Programa de Titulación Profesional Extraordinaria. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú.

- Montes, N., Millar, I., Provoste, R., Martínez, N., Fernández, D., Morales. G., Valenzuela, R., 2016. Absorción de aceite en alimentos fritos. Revista Chilena de nutrición, Vol. 43 N° 1, p.p. 87-91.
- Morales C., Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, 2008. *Clasificación de calidad sensorial de papas fritas tipo chips mediante una visión computacional*. [En línea] Disponible en: http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/qf-morales_ca/html/index-frames.html [Último acceso el 18 de abril del 2018].
- Moreira, R. Castell-Perez, M.E y Barrufet, M.A. 1999. Deep fat frying: fundamentals and applications. Maryland: Aspen Publishers, Inc.
- Moreira, R., Sun, X., Chen, Y., 1997. Factors affecting oil uptake in tortilla chips in deep fat frying. Journal of Food Engineering Vol. 31(4), p.p. 485–98.
- Moyano P. y Pedreschi F. 2006. Deep fat frying of potatoes. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de Santiago de Chile.
- Organización Mundial de la Salud, s.f. *Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud, ¿Cuáles son las causas?*. [En línea] Disponible en: https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_why/es/ [Último acceso el 30 de marzo de 2019].
- Organización Panamericana de la Salud, 2015. *Experiencia de México en el establecimiento de impuestos a las bebidas azucaradas como estrategia de salud pública*. [En línea] (Actualización Mayo 2015) Disponible en: http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/18390/978-92-75-31871-3_esp.pdf [Último acceso el 28 de febrero de 2019].
- Pedreschi, F., Aguilera, J.M., 2002. Some changes in potato chips during frying observed by confocal laser scanning microscopy (CLSM). Food Science and Technology, Vol. 7 (2), p.p. 1- 5.
- Pedreschi F. y Moyano P. 2005 Effect of predrying on texture and oil uptake of potato chips. Ciencia y Tecnología de Alimentos, 38, p.p. 29-35.

- Secretaría de Salud, s.f. *Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Alimentos y Bebidas No alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones Nutrimientales*. [En línea] (Publicado el 26 Junio de 1996) Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/086ssa14.html> [Último acceso el 14 de Marzo de 2019].
- Tirado, D. Acevedo, D., Guzman, L., 2012. *Freído por inmersión de los alimentos*. [En línea] (Actualizado en Junio de 2012) Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/258519821_Freido_por_inmersion_de_los_alimentos [Último acceso el 15 de Enero de 2019].
- Villada, D., Villada, H.S. y Mos uera, A. Evaluación del efecto de la deshidratación osmótica y fritura en dos variedades de yuca (*Manihot esculenta crantz*) en la producción de chips. *Revista Dyna*, 76 (160), 2009, p.p. 131-138.
- Villata, J. Y Monferrer, A. La fritura desde un punto de vista práctico (II).
- Zamorano, M., Guzmán, E., Ibáñez, J., 2010. Estudio del consumo y aporte nutricional de bocadillos en escolares de la región Metropolitana de Chile. *Revista Chilena de nutrición* Vol. 37, No. 4, p.p. 439-445.

ANEXO 1

Cuestionario evaluación sensorial Papas Fritas Saladas Producto muestra vs. Producto comercial

Nombre: _____ Edad: _____

- **Conteste la siguiente pregunta.**

¿Con qué frecuencia consume papas fritas?

- a) Una vez al mes
- b) Una vez cada dos semanas
- c) Una vez a la semana
- d) Más de dos veces a la semana

- A continuación, tiene dos muestras codificadas, deberá probarlas e indicar según la escala el nivel de percepción en cada una de ellas según el atributo a evaluar. Marque con una x en el renglón que corresponda a la calificación que asigne para cada muestra en cada atributo.

Atributo	Muestra	Ausente	Poco perceptible	Se percibe	Intenso	Muy intenso
		1	2	3	4	5
Color oscuro	246					
	653					
Aroma característico	246					
	653					
Sabor salado	246					
	653					
Sabor a grasa	246					
	653					
Textura Crujiente	246					
	653					

Gracias por su atención

ANEXO 2
Cuestionario evaluación sensorial Papas Fritas Saladas Producto Final

Nombre: _____ **Edad:** _____

- **Conteste la siguiente pregunta.**

¿Con qué frecuencia consume papas fritas?

- e) Una vez al mes
- f) Una vez cada dos semanas
- g) Una vez a la semana
- h) Más de dos veces a la semana

- A continuación, tiene dos muestras codificadas, deberá probarlas e indicar según la escala el nivel de percepción en cada una de ellas según el atributo a evaluar. Marque con una x en el renglón que corresponda a la calificación que asigne para cada muestra en cada atributo.

Atributo	Muestra	Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho
		1	2	3	4	5
Color oscuro	819					
	515					
Aroma característico	819					
	515					
Sabor salado	819					
	515					
Sabor a grasa	819					
	515					
Textura Crujiente	819					
	515					

Gracias por su atención