



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

Elaboración de un Embutido Tipo Jamón de Alto Contenido
Proteico y Adicionado con Oligofructanos

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICO DE ALIMENTOS

PRESENTA
YOSAFAT CORTÉS RODRÍGUEZ



MÉXICO, D.F.

2011



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 | M. en C. Francisca Aida Iturbe Chiñas |
| VOCAL | M. en C. Marcos Francisco Baez Fernández |
| SECRETARIO | M. en C. Gabriela Alatorre García |
| 1er. SUPLENTE | M. en C. María de Lourdes Oanaya Suárez |
| 2do. SUPLENTE | M. en C. Rodolfo Fonseca Larios |

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ LA TESIS:
Laboratorio 323 del Departamento de Alimentos y Biotecnología,
edificio E.
Facultad de Química. UNAM.

ASESOR

M. en C. Francisca Aida Iturbe Chiñas

SUSTENTANTE

Yosafat Cortés Rodríguez

DEDICATORIA

A mi madre que es la mujer más valiosa para mí, no es solo mi madre sino una amiga, mi guardian y la persona que deja todo a un lado con tal de complacerme, la que no deja de preocuparse por mí. Mi madre un ejemplo muy grande de lo que es la tenacidad, la humildad, el amor, el respeto, la fuerza y lo que es una super mujer, porque lejos de ser una gran madre es una excelente mujer, eres única mamá, te amo.

A mi padre que siempre me dio todo, que al igual que mi madre, son un gran ejemplo de cómo se debe forjar una persona a base de trabajo, honradez, humildad y sobre todo mucho amor propio y por tus seres queridos. Te amo papá, eres un gran hombre.

A mis hermanos que tanto amo, he aprendido muchísimas cosas de cada uno de ellos. Gracias a mis hermanos por su apoyo, confianza, cariño, tiempo, consejos y por todo lo que me han brindado. Gracias a mis padres por darme unos hermanos así, que el solo hecho de saber que Arturo Cortés, Jesús Cortés y Martín Cortés son mis hermanos me llena de orgullo. Gracias a mis padres y hermanos, tengo deseos de ser una mejor persona día a día, para que sientan el mismo orgullo que siento yo al hablar de ellos.

A ti *Zul*, porque durante la carrera fuiste parte determinante para que terminara mi carrera, regañándome, obligándome a estudiar, dejar el relajo y hacerme más responsable, pero más que nada por el amor que me brindaste, comprensión y todo ese apoyo incondicional.

A mi familia, que siempre me apoyo y compartió muchos momentos muy agradables y desagradables que me hicieron aprender muchas cosas y ayudaron a forjar a la persona que ahora soy.

A mis amigos que compartieron muchos momentos agradables conmigo, que de igual forma me aconsejaron y me apoyaron no solo en la escuela sino en mi vida personal. Gracias a Fabián, Enrike, Omar, Julio César, Ulises, Vale, Tania y a todos aquellos que me brindaron su apoyo y su valiosísima amistad.

AGRADECIMIENTOS

A la maestra Fanny por toda su comprensión, apoyo y valioso tiempo y más que nada por todos los conocimientos que me aportó y que me fueron de gran ayuda.

A la Maestra Julieta por el apoyo y todas las facilidades que me dio para poder llevar a cabo mi tesis.

A la doctora Carmen por haberme dado muchas facilidades en su laboratorio y llevar a cabo la parte microbiológica de mi proyecto.

A la maestra Gabriela por dedicarle su valiosísimo tiempo a revisar mi tesis y aportar muchas cosas valiosas a la elaboración de mi trabajo escrito.

Al maestro Francisco Baez por su valioso tiempo dedicado a la revisión de mi tesis y a sus críticas que fueron de mucha utilidad en mi trabajo escrito.

A todos los maestros que tuve durante la carrera, ya que gracias a ellos me fui enamorando de la química y de la química de los alimentos. Gracias a todos los conocimientos que me brindaron estoy en estas instancias.

Al laboratorista Noel que siempre me brindó todas las facilidades para llevar a cabo cada uno de los experimentos durante las tecnologías de alimento y mi tesis.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| 1. Resumen | 1 |
| 2. Introducción | 2 |
| 3. Antecedentes | 3 |
| 3.1 Definición de Jamón | 3 |
| 3.2 <i>Alimentos funcionales y salud</i> | 6 |
| 3.3 <i>Fibra soluble</i> | 11 |
| 3.4 <i>Inulina</i> | 13 |
| 3.5 <i>Carragenina</i> | 16 |
| 4. Hipótesis | 20 |
| 5. Objetivos | 21 |
| 5.1 <i>Objetivo General</i> | 21 |
| 5.2 <i>Objetivos Particulares</i> | 21 |
| 6. Metodología | 22 |
| 6.1 <i>Diagrama general</i> | 22 |
| 6.2 <i>Optimización de la formulación</i> | 23 |
| 6.3 <i>Evaluación de la textura y aceptación general del producto</i> | 24 |
| 6.4 <i>Determinaciones fisicoquímicas</i> | 25 |
| 6.4.1 Humedad | 26 |
| 6.4.2 Cenizas Totales | 26 |
| 6.4.3 Grasa Cruda | 27 |
| 6.4.4 Proteína Cruda | 27 |
| 6.4.5 Carbohidratos Totales | 29 |
| 6.4.6 Nitritos | 29 |
| 6.4.7 <i>Inulina por HPLC</i> | 30 |
| 6.5 <i>Determinación de la vida de anaquel</i> | 31 |
| 6.5.1 Determinación de Bases Volátiles | 31 |
| 6.5.2 Análisis Microbiológico | 32 |
| 7. Resultados y Discusión | 33 |
| 7.1 <i>Optimización de la Formulación</i> | 33 |
| 7.2 <i>Evaluación del Nivel de Aceptación de los jamones</i> | 34 |
| <i>(Pruebas sensoriales)</i> | |
| 7.2.1 Color | 35 |
| 7.2.2 Aroma | 36 |
| 7.2.3 Sabor | 38 |
| 7.2.4 Aspecto General | 39 |
| 7.3 <i>Determinaciones Fisicoquímicas</i> | 41 |
| 7.4 <i>Determinación de Inulina</i> | 43 |
| 7.4.1 Análisis de la Materia Prima por HPLC | 44 |
| 7.4.2 Análisis del Producto Final | 45 |
| 7.5 <i>Derterminación de la Vida de Anaquel del Producto</i> | 46 |

| | |
|---|----|
| 8. Conclusiones | 47 |
| 9. Bibliografía | 48 |
| 10. Anexo | 52 |
| 10.1 <i>Determinación de Humedad</i> | 52 |
| 10.2 <i>Determinación de Cenizas Totales</i> | 53 |
| 10.3 <i>Determinación de Proteína Cruda</i> | 54 |
| 10.4 <i>Determinación de Grasa Cruda</i> | 56 |
| 10.5 <i>Determinación de Carbohidratos Totales</i> | 58 |
| 10.6 <i>Determinación de Nitritos</i> | 59 |
| 10.7 <i>Cuestionario aplicado para Determinar Nivel de Agrado</i> | 61 |
| 10.8 <i>Diagrama General de Elaboración del Jamón</i> | 62 |
| 10.9 <i>Perfil de Oligosacáridos de Glucosa</i> | 63 |

1. RESUMEN

Considerando que la mayor parte de la población mexicana acompaña en sus platillos y botanas el sabor picante, se desarrolló un embutido tipo jamón con dicho sabor, el cual está dado por una salsa de chipotle, así mismo, para hacerlo mas atractivo, se introdujo una porción de queso blanco en el interior del mismo. El producto final cuenta con un alto contenido de proteína, lo cual se logró al disminuir el contenido de agua mediante la utilización de hidrocoloides como lo son la carragenina e inulina. Inicialmente se llevó a cabo la optimización de una formulación para encontrar la concentración más adecuada de los hidrocoloides para obtener un producto de buena aceptación para los consumidores. Se encontró que la carragenina es el principal ingrediente que aporta cuerpo, textura y cohesividad al producto, y la inulina aporta cuerpo al producto en menor grado que la carragenina, sin embargo este oligofruetosacárido puede ser definido como fibra dietética, que hace más atractivo al producto para los consumidores, en el aspecto funcional.

El embutido tipo jamón con queso y chile chipotle tuvo un buen nivel de aceptación, y el atributo que tuvo un mayor nivel de agrado fue el sabor, y los jueces opinaron que el aspecto general se podría mejorar un poco.

El producto final cumple con las especificaciones de la NOM-158-SCFI-2003 en lo que respecta al contenido de proteína, agua, grasa, carbohidratos, etc.

Al evaluar la vida de anaquel se determinó la carga microbológica y las bases volátiles totales, encontrando que el análisis microbiológico arroja una vida útil de 8 días a 10°C. Las BVT en ese tiempo fueron de 10g/kg de muestra, que puede ser considerado el límite admisible, a diferencia de los 15g/Kg que se aceptan para estos productos.

Además se evaluó el contenido de inulina en el jamón por medio de cromatografía (HPLC), con el fin de determinar su presencia, encontrándose que los dímeros de fructosa se perdieron durante la cocción.

2. INTRODUCCIÓN

En México pocos alimentos cumplen con los requerimientos nutricionales para el óptimo crecimiento y desarrollo de la población y los que existen generalmente son comercializados a precios muy elevados. Así mismo, la vida atareada de la población mexicana, la rapidez con que viven las personas y al mismo tiempo la migración de los pueblos hacia la ciudad, exigen productos de fácil preparación. Además del interés de los mexicanos por consumir productos de fácil preparación, se incorpora otra característica en la preparación de sus platillos y botanas y es el acompañamiento con el sabor picante.

Entre los hidrocoloides que se han utilizado para productos cárnicos embutidos, se encuentran la carragenina y la inulina en menor grado.

Presentando un beneficio adicional el uso de inulina, ya que recientemente se ha demostrado que es un ingrediente funcional, por su aporte de fibra soluble y por ser un prebiótico que ayuda al mantenimiento y mejora de la salud, ya que es un sustrato para el crecimiento y actividad de determinadas bacterias colónicas con actividad benéfica.

La carragenina kappa presenta una sinergia con la goma de algarroba en sistemas acuosos. El gel obtenido de la mezcla de carragenina con goma de algarrobo, presenta un considerable aumento de fuerza de gel, mejora en la capacidad de retención de agua, reducción de sinérisis y una alteración de la textura del gel pasando de ser quebradiza a elástica⁽¹⁾. Debido a que se ha visto que la inulina forma un gel parecido a la goma de algarrobo y no hay investigaciones en las cuales se mencione el uso de inulina y carragenina, se espera que la inulina, al igual que la goma de algarrobo, presente una sinergia con la carragenina y así mismo un aumento en la fuerza del gel, mejora en la capacidad de retención de agua y en la textura final del producto.

Con esta información previa, se procedió a desarrollar un embutido tipo jamón con queso y chile chipotle de alto contenido proteico y bajo en grasa, que satisface algunas necesidades del consumidor, y así mismo es una alternativa para el consumo de alimentos de origen animal.

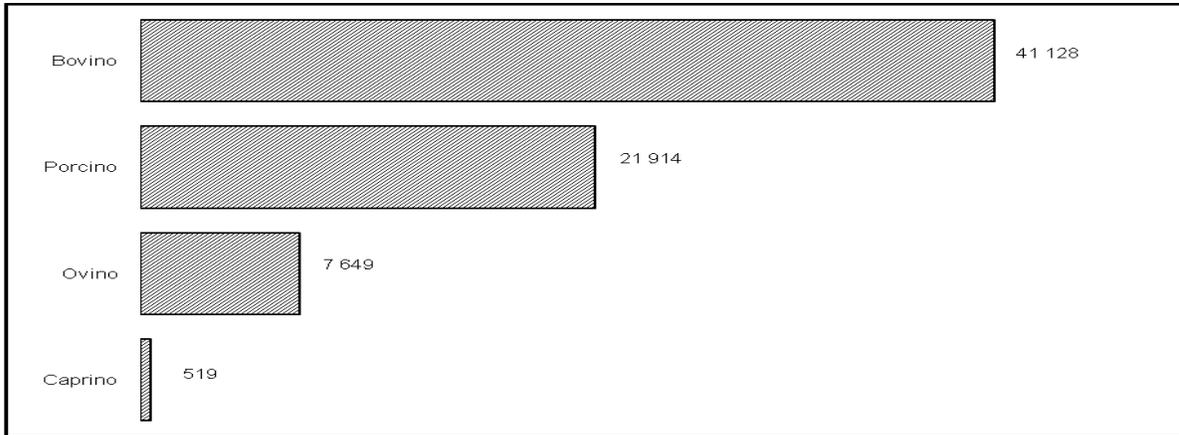
3. ANTECEDENTES

3.1 Jamón cocido

La Norma Oficial Mexicana NOM-158-SCFI-2003 define a un jamón como al producto alimenticio elaborado exclusivamente con la carne de la pierna trasera del cerdo, *suis scrofa domesticus*, declarados aptos para el consumo humano por la autoridad responsable, de acuerdo con los criterios y especificaciones que se establecen en esta.

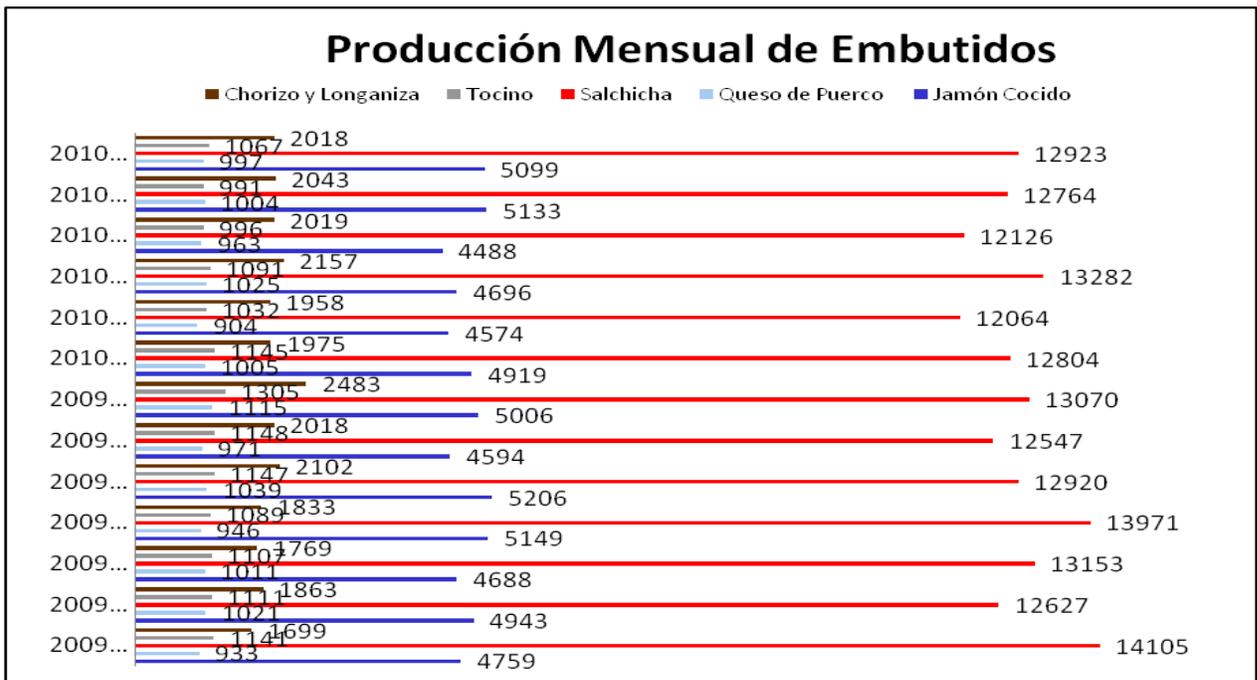
Dentro de las tendencias en el consumo de carne, existe una boyante área de productos completamente cocidos (como el jamón) que ha venido en aumento en los últimos años y estos productos son conocidos como listos para consumirse o ready to eat (RTE).

En la siguiente gráfica podemos observar que en el 2009 la carne de puerco se produjo en menor cantidad con respecto a la carne de bovino en canal, sin embargo la producción de carne de cerdo ocupa el segundo lugar en los últimos seis meses del 2009 y en los primeros seis del 2010, y con esto podemos ver que hay una gran oportunidad de mercado en lo que respecta a la carne de cerdo y así mismo en los productos que se elaboran a partir de esta como lo es el jamón cocido.

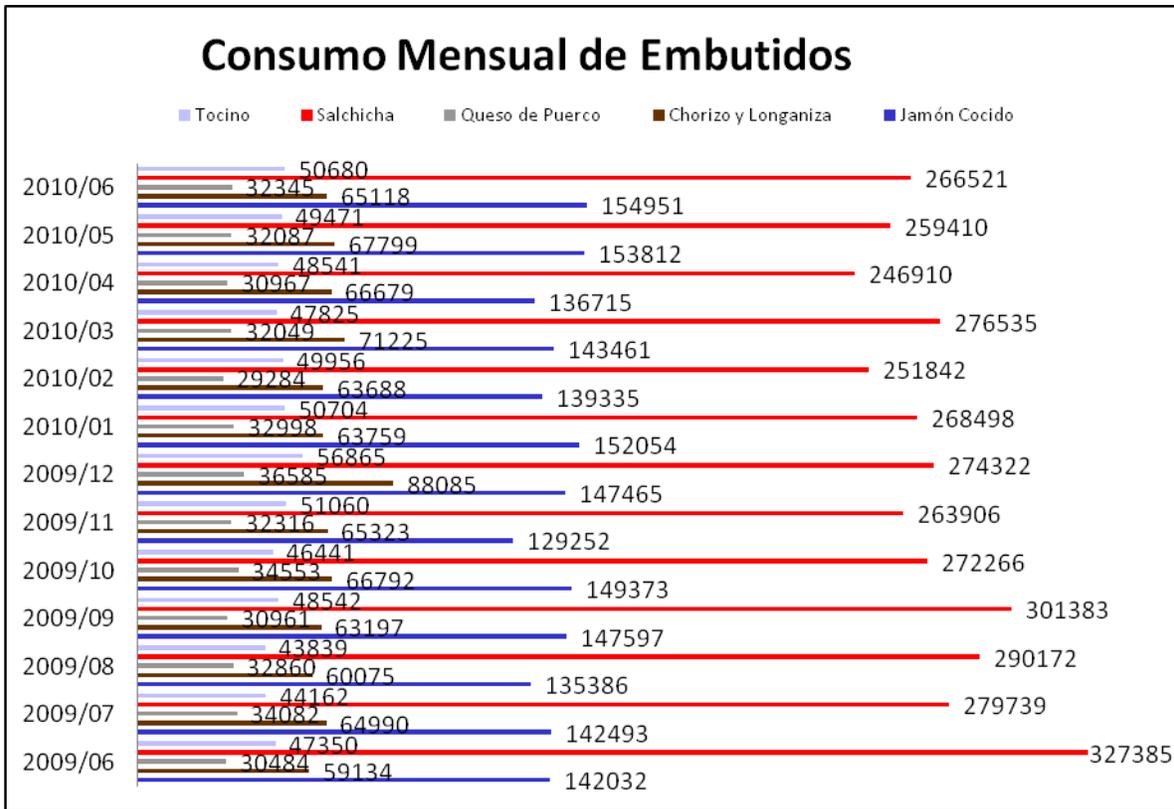


Gráfica 1.- Volumen de Producción de carne en canal en toneladas en el 2009. (INEGI, 2010)

Tanto en las gráficas 2 y 3, podemos observar que la salchicha es el embutido que más se produjo y fue el producto más consumido del 2009 al 2010. Sin embargo el jamón cocido ocupa el segundo lugar tanto en la producción como en el consumo de embutidos, esto es muy alentador ya que como se había mencionado esto nos muestra que hay una gran oportunidad de mercado en lo que al jamón cocido se refiere.



Gráfica 2.- Volumen de Producción de embutidos en toneladas de junio del 2009 a junio del 2010. (INEGI 2010)



Gráfica3.- Consumo mensual de embutidos en miles de pesos de junio del 2009 a junio del 2010. (INEGI2010)

El jamón cocido es uno de los productos cárnicos con un mayor valor agregado. Sin embargo debemos considerar su situación en el contexto de las nuevas tendencias nutricionales. La obesidad, las enfermedades degenerativas y las de tipo crónico son de especial interés para las autoridades sanitarias. Así se han definido una serie de componentes de los alimentos que pueden contribuir al incremento de esos factores de riesgo para la salud humana. Entre estos destacan: grasa total, sodio y nitritos entre otros. La valoración del jamón curado respecto a estos componentes es obligatoria, para evaluar sus puntos débiles y definir aspectos relativos a su elaboración y presentación⁽¹⁶⁾.

A continuación se presenta una tabla con la descripción de los diferentes tipos de jamón según la NOM-158-SCFI-2003:

| Clasificación | %PLG | %Grasa | %Humedad | %Proteína | %Carra | %Fécula |
|---------------|--------|--------|----------|------------|--------|---------|
| comercial | Mínimo | Máximo | Máximo | Adicionada | Máximo | Máximo |
| Extrafino | 18 | 6 | 75 | 0 | 1.5 | 0 |
| Fino | 16 | 6 | 76 | 2 | 1.5 | 0 |
| Preferente | 14 | 8 | 76 | 2 | 1.5 | 5 |
| Comercial | 12 | 10 | 76 | 2 | 1.5 | 10 |
| Ecomómico | 10 | 10 | 76 | 2 | 1.5 | 10 |

Tabla1.- Especificaciones Técnicas del Jamón

El jamón con queso y chile chipotle que se elaborará se acerca más a la descripción de un jamón tipo extrafino ya que la cantidad de proteína libre de grasa será mayor a 18%, y el porcentaje de humedad será inferior a 75%. Así mismo no se le agregará proteína de ningún tipo ni fécula de maíz.

3.2 Alimentos funcionales y salud

Recientemente en los medios de comunicación masiva, como la televisión, se presentan productos que parecen ofrecer maravillas a nuestro organismo a través de ciertos ingredientes que aportan más que nutrimentos, gracias a la investigación y desarrollo de nuevos productos, todo es posible.

Así mismo podemos hablar de una transición nutricional y esta puede ser definida como el efecto en la nutrición de todas las variables que influyen en el metabolismo además de la propia dieta₍₁₃₎. A modo de ejemplo podemos incluir entre estas variables la actividad física, el estilo de vida, la respuesta genética,

la comercialización y publicidad. La transición nutricional afecta tanto a los países desarrollados como a los en vías de desarrollo o del tercer mundo, si exceptuamos aquellos que se encuentran en situación extrema debido a la hambruna de la mayoría de su población. Los factores que nos permiten introducir este concepto de transición nutricional son entre otros los cambios demográficos, la reducción de la fertilidad y el envejecimiento de la población, prevalencia de situaciones de subnutrición, el aumento de la urbanización, el tipo de crecimiento económico, las modificaciones tecnológicas, el ocio, el papel de los medios de comunicación, las condiciones de trabajo y la mayor disponibilidad de alimentos procesados. Otro factor muy importante a considerar es la interacción de la genética con las modificaciones producidas en la conducta humana que se pueden relacionar con el estilo de vida y la dieta.

La mayoría de los cambios en el área de la nutrición y salud humana están relacionados con los cambios económicos y políticos, de este modo se puede observar una relación entre la nutrición y la evolución histórica de países y regiones, la mayor facilidad para correlacionar e identificar el efecto de distintas dietas en poblaciones específicas, y la detección de cambios producidos en la población en una o dos generaciones, debido a los fenómenos de cambio tecnológico y globalización de la economía^(8, 9). En esta situación los alimentos considerados tradicionales deben ser contemplados en el nuevo contexto de la conducta humana y en relación con los genes humanos implicados en la obesidad y el sobrepeso, esto es así debido a que la obesidad se considera ya como una epidemia y la industria alimentaria no puede obviar este hecho.

El termino alimentos funcionales no es una categoría de alimento legalmente reconocida en Estados Unidos y Canadá⁽²⁾. Sin embargo existen definiciones para estos y a continuación se describen :

En Europa lo define como: "Aquel alimento que satisfactoriamente ha demostrado afectar benéficamente una o mas funciones especificas en el cuerpo, mas allá de los efectos nutricionales adecuados en una forma que resulta relevante para el estado de bienestar y salud o la reducción de riesgos de enfermedad". (ILSI, International Life Science Institute)⁽³⁾.

En EU por parte de la FDA, indica : "Las sustancias especificas de los alimentos pueden favorecer la salud como parte de una dieta variada". ⁽¹¹⁾

En Canadá lo enuncia como las : "Preparaciones purificadas que declaren efectos benéficos en la prevención o tratamiento de enfermedades se consideran medicamentos. Ministerio de salud"⁽⁵⁾.

En Japón los denomina como "Alimentos para uso especifico de salud "(FOSHU): Se refiere a aquellos alimentos procesados los cuales contienen ingredientes que desempeñan una función especifica en las funciones fisiológicas del organismo humano, mas allá de su contenido nutrimental". Ministerio de Salud y Bienestar del gobierno japonés⁽⁴⁾.

Otros términos creados para caracterizar a los "alimentos funcionales" son:

- Fármaco alimentos.
- Fitoalimentos, fitonutrientes.

- Alimentos inteligentes.
- Alimentos terapéuticos.
- Alimentos de valor añadido.
- Prebióticos/Probióticos.
- Fuentes fitoquímicas.

En la actualidad, una de las propuestas de mayor aceptación para definir a los alimentos declarados funcionales es:

“Cualquier alimento o parte de un alimento, en forma natural o procesada, que además de sus componentes nutritivos contiene componentes adicionales (compuestos bioactivos) que favorecen la salud, la capacidad física y el estado mental, ayudando también a la prevención, reducción y tratamiento de enfermedades”⁽¹¹⁾.

Pero, ¿Cuál es el por qué de estos alimentos?

- Muchas de las enfermedades crónicas (cáncer, obesidad, hipertensión, trastornos cardiovasculares) se relacionan de un modo muy estrecho con la dieta.
- La gente se preocupa más por su salud personal y la alimentación que se recibe.
- La salud es un bien preferentemente controlable a través de la alimentación, por lo que hay mayor preferencia por aquellos alimentos que se anuncian como beneficiosos para la salud⁽⁶⁾.

La malnutrición, que incluye la desnutrición en sus diversas formas, es la más común de las enfermedades. Sus causas se deben en general a deficientes recursos económicos o a enfermedades que comprometen el buen estado nutricional. Según el manual internacional de clasificación de enfermedades, es una complicación médica posible pero que puede prevenirse y que tiene impacto muy importante sobre el resultado de los tratamientos.

Hoy en día los trastornos nutricionales son aceptados como factores comunes en la práctica clínica que tienen como consecuencias un aumento en el tiempo de estancia hospitalaria, morbilidad y mortalidad en los pacientes hospitalizados.

El estado nutricional en condiciones normales es la resultante del balance entre lo consumido y lo requerido, lo cual está determinado por la calidad y cantidad de nutrientes de la dieta y por su utilización completa en el organismo⁽¹³⁾.

La obesidad como una forma de malnutrición, es una enfermedad metabólica crónica que se caracteriza por la acumulación excesiva de tejido adiposo y es considerada como un problema de salud pública. En la actualidad se postula que un elevado porcentaje (80%) de individuos dentro de una sociedad cursa con un estado de sobrepeso u obesidad franca.

Existen evidencias de que una dieta alta en fibra protege contra la obesidad y las enfermedades cardiovasculares, disminuyendo los niveles de insulina

circulantes. El aumentar la fibra en la dieta diaria influencia a la insulina, modulando la secreción de esta y moderando la acción a nivel periférico, entre otras bondades⁽⁶⁾.

Existen estudios en los que se ha comprobado que la fibra evita el desarrollo de hipertensión, la hiperlipidemia y de las enfermedades cardiovasculares. La asociación entre la dieta alta en fibra y la obesidad tiene un particular interés. Los altos niveles de insulina circulante asociados a una dieta baja en fibra promueven a la obesidad por diversos mecanismos alterando la fisiología del tejido adiposo, influenciando el metabolismo energético y aumentando el apetito.

La fibra soluble regula el nivel de azúcar en la sangre, ayuda al cuerpo a digerir mejor las grasas y reduce el nivel de colesterol. La fibra también controla el peso puesto que no tiene calorías y hace que uno se sienta satisfecho. Aunque esto no se ha comprobado, es posible que una dieta alta en fibras reduzca el riesgo de ataques al corazón, la diabetes en los adultos y algunos tipos de cáncer⁽¹²⁾.

3.3 Fibra soluble

La fibra soluble está formada por componentes que captan mucha agua y son capaces de formar geles viscosos (inulina, pectinas, gomas y fructooligosacáridos). Estos no son hidrolizados por las enzimas gastrointestinales y pasan por tanto al intestino grueso mas o menos intactos,

tras una insignificante hidrólisis ácida en el estómago. Es muy fermentable por los microorganismos intestinales, por lo que produce gran cantidad de gas en el intestino. Al ser muy fermentable favorece la creación de flora bacteriana que compone 1/3 del volumen fecal, por lo que este tipo de fibra también aumenta el volumen de las heces y disminuye su consistencia. Normalmente la fibra dietética, ejerce un efecto altamente beneficioso, puesto que proporcionan volumen para la acción peristáltica y facilitan el paso del material a través de del sistema digestivo. Este incremento del movimiento del intestino ocasiona una más rápida eliminación de los productos de desecho no absorbidos, que podrían de otro modo, producir irritación y quizás, las condiciones propicias para el desarrollo del cáncer. De forma adicional, los componentes que forman la fibra soluble, ligan ácidos biliares, decreciendo así su reabsorción. Como consecuencia, tienden a disminuir el colesterol y glucosa en la sangre y presumiblemente retrasan la aparición de arteriosclerosis. Algunos de ellos, como pectina y otras gomas vegetales, si se ingieren en cantidades excesivas, pueden ocasionar diarrea debido a su absorción de grandes cantidades de agua para producir un hidrocoloide. Algunos de estos son atacados por la microflora intestinal, degradándola en fragmentos moleculares más pequeños, pero en general no son metabolizados en el tracto gastrointestinal⁽²³⁾. Este tipo de fibra predomina en las legumbres, en los cereales y en algunas frutas⁽¹⁹⁾.

3.4 Inulina

La inulina es clasificada como alimento o ingrediente en todos los países donde es usada, pero para la Unión Europea o de la Codex Alimentarius no lo es. Un comité de expertos de Estados Unidos en 1992 la declararon generalmente reconocida como segura (gras)₍₁₎. La inulina es un prebiótico, cuya estructura básica esta conformada por fructosa (figura 1), no es digerible, libre de sabor y con bajo aporte calórico, que se emplea en la preparación de varios alimentos para darles cuerpo, textura, consistencia, viscosidad y humedad, al retener moléculas de agua en su estructura (figura 2). Su hidrólisis total produce, además de fructosa, de 5 a 6% de moléculas de glucosa que se considera se encuentran en los extremos de la cadena. La inulinasa es la enzima que actúa sobre los correspondientes enlaces glucosídicos de este polímero_(25, 30).

Bajo condiciones fuertemente ácidas, las cadenas beta-(2,1) son parcialmente hidrolizadas, es estable a pH mayores de 4, a valores menores el 10% de la cadena es hidrolizado. La fuerza del gel que forma depende de la concentración y pureza de esta. La inulina muestra una sinergia con muchos agentes gelificantes como son: gelatina, alginatos, kappa y iota carragenina, goma de gelano, maltodextrinas, entre otros₍₁₎.

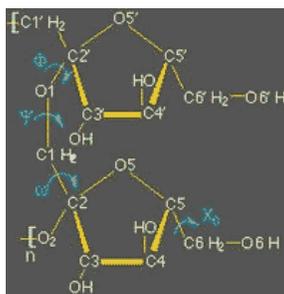


Figura 1. Estructura básica de la Inulina₍₆₎.

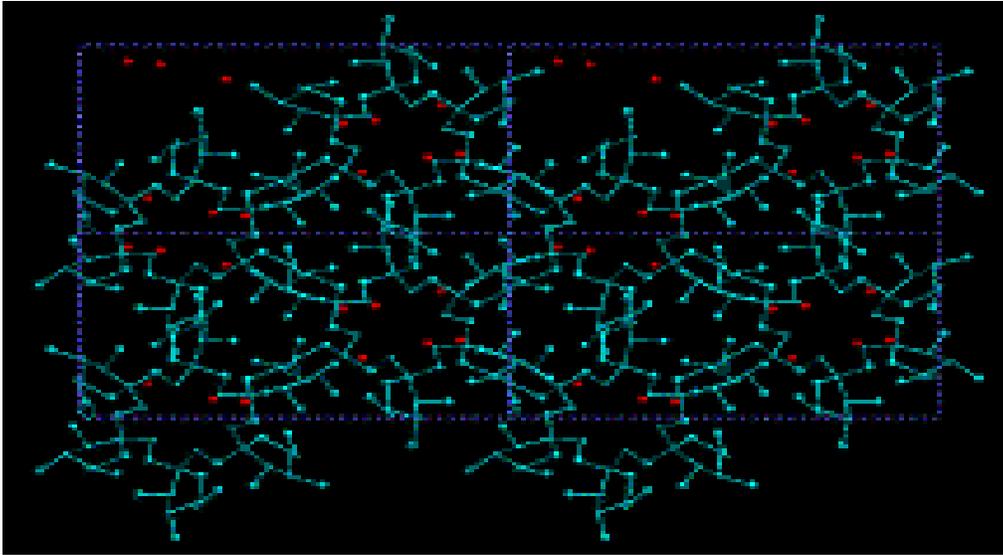


Figura 2. Estructura de inulina hidratada (4 Unidades)

Este oligofructosacárido proporciona una sensación en la boca similar a la grasa y se ha empleado con éxito para reemplazar la grasa en postres helados, aderezos, rellenos y productos lácteos, así como para añadir fibra a productos alimenticios. Existen reportes controversiales en animales y humanos sobre la influencia que tiene la inulina sobre el perfil de lípidos, así mismo, se desconoce su efecto sobre la sensibilidad a la insulina en el individuo con obesidad y dislipidemia⁽⁶⁾.

La inulina se puede encontrar en su forma purificada, por lo cual es fácil de incorporar en las formulaciones de los alimentos. Especialmente porque al enriquecer con inulina es difícil influenciar el sabor y la apariencia visual de los productos. Además la inulina es muy estable al calor no tiene olor y es hipoadérgica. La inulina no puede ser hidrolizada por los ácidos gástricos durante la digestión por lo que no es absorbida por el organismo, esto ocasiona que

llegue al colon donde es fermentada por las bacterias endógenas, esto les da sus cualidades de fibra dietética y está en la categoría de fibras solubles.

Es recomendable su uso en alimentos para diabéticos, ya que evita el aumento de azúcar en sangre, es soluble en agua por lo que se puede aplicar en diferentes alimentos⁽¹²⁾.

La Inulina se emplea, entre otras cosas, en alimentación como sustituto de grasas y modificante de la textura. En concentraciones bajas las soluciones de inulina son viscosas, mientras que en concentraciones de 30 %, forman un gel consistente similar a los observados en alginatos, carragenatos, etc. Las características del gel son dependientes de la temperatura, agitación, longitud de la cadena y concentración de inulina. Es soluble en agua caliente y ligeramente soluble en agua fría y disolventes orgánicos⁽²⁰⁾.

Se ha estudiado la toxicidad de los fructooligosacaridos demostrandose su inocuidad, aunque dosis masivas de inulina pueden producir, al igual que otros oligosacaridos, procesos diarreicos. Se ha observado también un aumento en la absorción de cationes, aumenta la absorción del calcio y el magnesio, aumento en la excreción de azufre y disminución de la urimia. La inulina puede ser tratada térmicamente hasta 140 °C y pH 3. Contribuye aproximadamente con 1,5 kilocalorías por gramo⁽⁷⁾.

3.5 Carragenina

Las carrageninas son polisacáridos lineales, constituidos de residuos enlazados y alternados de β -1,3 y α -1,4-galactosa. Estas unidades se repiten como disacáridos y son llamadas carrabiosas (Figs. 3, 4, 5) . Los residuos 1,4 ligados comúnmente se encuentran presentes, aunque no siempre, como residuos 3,6 anhidridos. Las carrageninas difieren del agar en que el residuo 1,4-ligado en el agar es el L-enantiómero, mientras que en las carrageninas es el D-enantiómero; en cambio, el residuo 1,3 ligado es D-galactosa, tanto en carrageninas como en agar^(14 y 15). Los mayores niveles de éster sulfato implican en una menor fuerza de gelificación y baja temperatura de solubilización. La carragenina tipo kappa contiene de 25% a 30% de éster sulfato y de 28% a 35% de 3,6-AG. La carragenina tipo iota contiene de 28% a 35% de éster sulfato y de 25% a 30% de 3,6-AG. La carragenina tipo lambda contiene de 32% a 39% de éster sulfato y no contiene 3,6-AG.

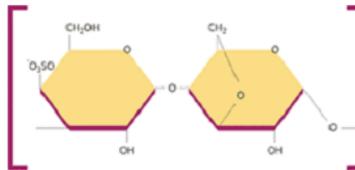


Figura 3. Estructura básica de la carragenina tipo Kappa

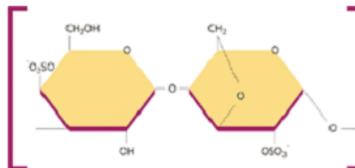


Figura 4. Estructura básica de la carragenina tipo Iota

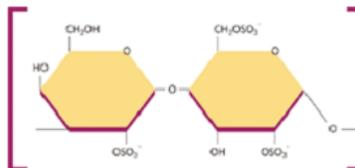


Figura 5. Estructura básica de la carragenina tipo Lambda₍₃₎

Todos los tipos de carragenina son solubles en agua caliente a temperaturas superiores a la temperatura de fusión del gel. El intervalo normal de temperaturas es de 40° a 70°C, dependiendo de la concentración y de la presencia de cationes. En agua fría, solamente son solubles la carragenina tipo lambda y las sales de sodio de los tipos kappa e iota. Las sales de potasio y calcio de las carrageninas kappa e iota no son solubles en agua fría, pero exhiben expansión por hidratación considerable en función de la concentración, tipos de cationes presentes, temperatura del agua y condiciones de dispersión.

Las soluciones calientes de carrageninas kappa e iota poseen la habilidad de formar geles termorreversibles a través de su enfriamiento. Este fenómeno ocurre debido a la formación de una estructura de doble hélice por los polímeros de la carragenina. A temperaturas superiores a la temperatura de fusión del gel, los polímeros de la carragenina existen en la solución como espirales aleatorias. Durante el enfriamiento de la solución, una red tridimensional de polímeros es formada, en la cual las hélices dobles constituyen los puntos de unión de las cadenas de polímero. El enfriamiento adicional causa la agregación de los puntos de unión para formar la estructura de gel tridimensional. La presencia de asas en la cadena, así como el número, tipo y posición de los grupos de éster sulfato tienen efectos importantes en las propiedades de gelificación. Ese mecanismo de gelificación es básico para las soluciones de carrageninas tipo kappa e iota. Las sales de potasio o calcio son necesarias para la obtención del gel en agua, pero no son necesarias en leche.

La carragenina kappa es sensible al ion potasio y produce geles rígidos y quebradizos en soluciones acuosas con sales de potasio. El gel de carragenina kappa presenta sinérisis (extrusión espontánea de agua a través de la superficie del gel en reposo) y cuanto mayor sea la concentración de potasio en la solución, mayor será la sinérisis. La carragenina iota es sensible al ion calcio y produce geles blandos y elásticos en soluciones acuosas con sales de calcio. La carragenina iota no presenta sinérisis. La fuerza de gel es directamente proporcional a la concentración de carragenina y de sales. La concentración de cationes superior a un cierto límite provoca la disminución de la fuerza de gel. El gel formado es termorreversible y puede ser sometido a ciclos de calentamiento y enfriamiento sin alteración considerable en su estructura. Las temperaturas de gelificación y fusión del sol/gel dependen de la concentración de cationes. El aumento de la concentración de sales de potasio o calcio en soluciones acuosas resultará en el aumento de la temperatura de gelificación^(28, 14, 15).

La viscosidad de soluciones de carragenina debe ser determinada en condiciones donde no exista ninguna tendencia de gelificación de la solución. Cuando una solución caliente de carragenina es enfriada, la viscosidad aumenta gradualmente hasta que sea alcanzada la temperatura de gelificación. A medida que se inicia la formación del gel, hay un aumento repentino e intenso de la viscosidad. Por lo tanto, la medida de la viscosidad de las soluciones de carragenina debe ser determinada a temperaturas suficientemente altas (75° C) para evitar el efecto de la gelificación. La

viscosidad de soluciones de carragenina depende de la concentración, temperatura, presencia de otros solventes, tipo de carragenina y peso molecular. A mayor peso molecular, mayor concentración o disminución de la temperatura de la solución aumenta la viscosidad considerablemente.

La solución de carragenina es bastante estable a pH neutros o alcalinos. Pero, a pH bajos se afecta la estabilidad, especialmente a altas temperaturas. La disminución del pH causa la hidrólisis del polímero de la carragenina, lo cual resulta en la disminución de la viscosidad y de la fuerza de gelificación. Sin embargo, una vez formado el gel, aun a pH bajos (3.5 a 4.0) no hay más ocurrencia de hidrólisis y el gel permanece estable. Para las aplicaciones prácticas, es importante estar atento a las limitaciones de la carragenina en medios ácidos (solución y gel). El procesamiento de las soluciones de carragenina con pH bajo a altas temperaturas durante un tiempo prolongado debe ser evitado.

La carragenina kappa presenta una sinergia común con la goma de algarrobo (LBG) en sistemas acuosos. El gel obtenido de la mezcla de carragenina con LBG presenta un considerable aumento de fuerza de gel, mejora en la capacidad de retención de agua, reducción de sinéresis y una alteración de la textura del gel de quebradiza a elástica. La carragenina iota presenta sinergia con los almidones. Un sistema que contenga una mezcla de carragenina iota y almidón presenta un aumento de viscosidad hasta 10 veces superior a la viscosidad de un sistema que contenga solamente el almidón. De esta forma, la carragenina iota se torna muy útil para la modificación de textura, paladar y propiedades de proceso de sistemas con base en almidón^(14, 21, 29).

4. HIPÓTESIS

- El producto elaborado tendrá una gran aceptación entre los consumidores debido a que este no existe en el mercado y a la adición de queso, chile chipotle y fibra.
- Si la inulina y la carragenina son hidrocoloides utilizados para mejorar la textura de los alimentos, entonces su uso en el producto cárnico tipo jamón adicionado con queso y chile mantendrá las características sensoriales de un jamón tipo preferente y con alto contenido de proteína.
- Debido a que en estudios previos se ha observado que la inulina de cadena larga no sufre daños en su estructura al ser sometida a una temperatura de 72°C durante 2 horas, la inulina adicionada se mantendrá en el producto final, aún después de la cocción de este.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un producto cárnico tipo jamón con fibra adicionada y alto contenido proteico, que satisfaga las expectativas de nuevos sabores y presentaciones para los consumidores .

5.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Evaluar como la inulina y la carragenina favorecen la textura del jamón tipo preferente.
- Optimizar el uso de hidrocoloides (kappa carragenina e inulina) en la elaboración de un producto cárnico tipo jamón adicionado con queso y chile, que mantenga las características sensoriales de un jamón tipo preferente.
- Evaluar la pérdida de inulina adicionada al embutido tipo jamón con queso y chile, debida a la cocción.
- Determinar que el producto final cumpla con las especificaciones de la NOM-158-SCFI-2003.

6. METODOLOGÍA

Para la elaboración del jamón con queso y chile chipotle se utilizó la descripción de los jamones que existe en la NOM-158-SCFI-2003, que es la siguiente:

| Clasificación | %PLG | %Grasa | %Humedad | %Proteína | %Carra | %Fécula |
|---------------|--------|--------|----------|------------|--------|---------|
| comercial | Mínimo | Máximo | Máximo | Adicionada | Máximo | Máximo |
| Extrafino | 18 | 6 | 75 | 0 | 1.5 | 0 |
| Fino | 16 | 6 | 76 | 2 | 1.5 | 0 |
| Preferente | 14 | 8 | 76 | 2 | 1.5 | 5 |
| Comercial | 12 | 10 | 76 | 2 | 1.5 | 10 |
| Ecomómico | 10 | 10 | 76 | 2 | 1.5 | 10 |

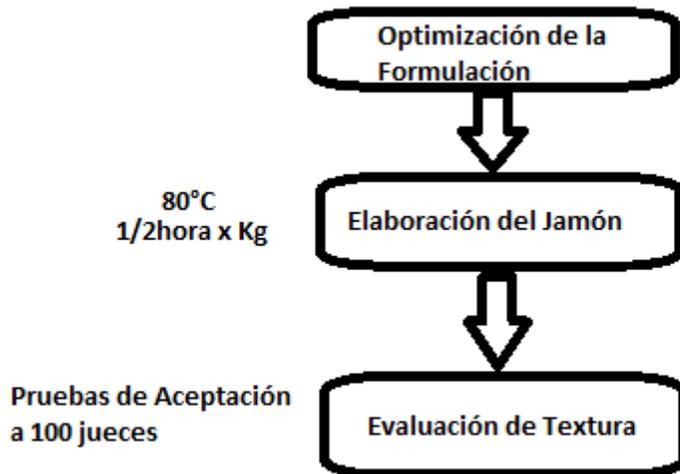
Especificaciones Técnicas del Jamón

Debido a que se quería elaborar un producto de excelente calidad se decidió tomar como ejemplo el jamón extrafino y así mismo tomar como base los porcentajes de proteína libre de grasa, la cantidad de humedad, el porcentaje de proteína adicionada y la cantidad de grasa.

6.1 Diagrama General

Lo que se muestra en el siguiente diagrama son los primeros pasos que se llevaron a cabo para la elaboración del jamón con queso y chile chipotle. Primero se llevo a cabo la optimización de la formulación para la cual se utilizó la formulación que se utiliza para la elaboración de cualquier jamón excepto que para este jamón se vario la concentración de carragenina e inulina.

Una vez que se encontró la formulación óptima de hidrocoloides (carragenina 1.5% e inulina 3.5%), se llevó a cabo la elaboración de dicho jamón. Una vez elaborado el jamón con queso y chile chipotle se llevo a cabo la evaluación de la textura y el nivel de aceptación de este, mediante pruebas discriminativas efectuadas a 100 jueces.



A continuación se describe a detalle cada uno de los pasos del proceso mencionados en el diagrama anterior.

6.2 Optimización de la Formulación

En trabajos previos se tomó la formulación base de un jamón y se le agregó la cantidad suficiente de chile chipotle para que el producto tuviera este sabor. Así se desarrollo un producto adicionado de queso blanco y chile chipotle con gran aceptación entre consumidores, cuyos ingredientes y proporciones son:

| | | |
|-----------------------|---------|--------|
| Pierna | 3500g | 69.50% |
| Queso Blanco | 410g | 8.10% |
| Salsa Chipotle | 390g | 7.70% |
| Agua | 600g | 12.02% |
| Sal Cura | 22.7g | 0.45% |
| Eritorbato de Sodio | 4.6g | 0.09% |
| Fosfatos | 20g | 0.40% |
| Sal | 30g | 0.60% |
| Azúcar | 40g | 0.80% |
| Glutamato Monosódico | 3g | 0.06% |
| Condimento para Jamón | 14g | 0.28% |
| Total | 5034.3g | 100% |

Tabla1.- Formulación base

En la optimización de la formulación, primero se variaron las concentraciones de carragenina e inulina, cubriendo un intervalo para inulina de 0-6% y para carragenina de 0-2%. Estos intervalos en la concentración de hidrocoloides se obtuvo de probar diferentes concentraciones de estos y evaluando la textura del producto final.

Para esto se elaboraron 5 jamones con el porcentaje de hidrocoloides que se presentan en la siguiente tabla:

| HIDROCOLOIDES | A | B | C | D | E |
|---------------|------|------|----|-------|-------|
| Carragenina | 0.7% | 1.4% | 2% | ----- | ----- |
| Inulina | 5.3% | 4.6% | 4% | 6% | ----- |

Tabla2.- Formulación de los primeros jamones en % p/p.

A partir de estas las pruebas realizadas se procedió a seleccionar un rango mas estrecho para la carragenina y la inulina , desarrollándose las formulaciones F y G, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

| HIDROCOLOIDES | F | G |
|---------------|------|------|
| Carragenina | 1.5% | 1.8% |
| Inulina | 3.5% | 3.2% |

Tabla3.- Formulación de los segundos jamones en % p/p.

6.3 Evaluación de la textura y aceptación general de los jamones (pruebas sensoriales)

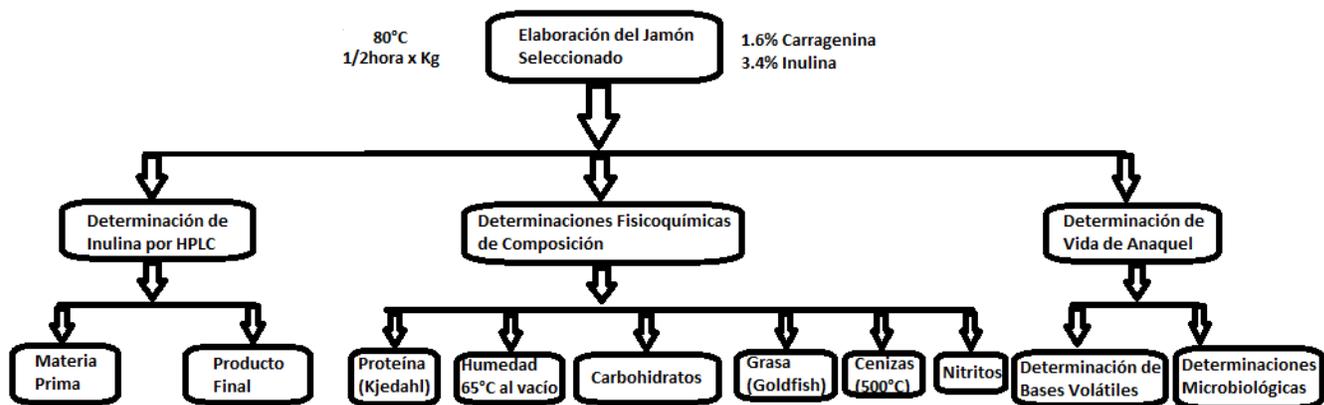
Se llevaron a cabo pruebas discriminativas en la cuales se indicó si la textura del producto les era agradable o no, con una escala hedónica, utilizando un panel de 100 jueces (alumnos de la facultad de química). Con esta prueba se seleccionó la formulación con mejores calificaciones.

Se procedió a realizar algunas pruebas fisicoquímicas para establecer

La vida de anaquel del jamón seleccionado ,siendo las siguientes :

6.4 Determinaciones fisicoquímicas⁽⁷⁾

Con el objeto de asegurar que el producto desarrollado cumpla con las especificaciones de la NOM-158-SCFI-2003, se realizarán las siguientes determinaciones fisicoquímicas de composición:



6.4.1 Humedad

Fundamento:

Se basa en la determinación de la pérdida de peso debida a la evaporación del agua en el punto de ebullición o a temperaturas cercanas a él. La proporción de agua pérdida aumenta al elevar la temperatura; por lo tanto es importante comparar sólo los resultados obtenidos usando las mismas condiciones de secado, sobre todo, si por el tipo de muestra es factible que ocurra alguna descomposición. A su vez la pérdida de peso depende de diversos factores como son: el tamaño de la partícula, el peso de la muestra y las variaciones de temperatura entre una y otra charola en el horno.

Para secar la materia prima homogeneizada, se realizó el secado en estufa de vacío 75°C_(Anexo1).

6.4.2 Cenizas Totales

Las cenizas de los productos alimentarios están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica que se ha incinerado a 500°C. Las cenizas, normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, debido a las pérdidas por volatilización o a

las interacciones químicas entre los constituyentes. Así mismo se determinó a una temperatura de 550°C_(Anexo1).

6.4.3 Cuantificación de Grasa Cruda

Fundamento:

El contenido de lípidos libres, que básicamente consiste en grasas neutras (triglicéridos) y ácidos grasos libres, se determina sin mayor problema en los alimentos por extracción del material seco y molido con una fracción ligera de petróleo o con éter etílico.

Para la determinación de la grasa cruda se utilizó el método de Goldfish, en el cual el material seco y molido se coloca en un aparato de extracción continua en el que las gotas condensadas del éter etílico caen sobre la muestra contenida en un recipiente poroso o dedal, alrededor del cual pasan los vapores calientes del disolvente. Así el disolvente está en contacto continuo con la muestra lográndose la extracción total de la grasa. Al eliminar el éter etílico, el extracto etéreo se determina gravimétricamente _(Anexo1).

6.4.4 Cuantificación de Proteína

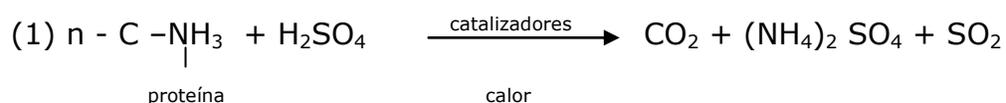
Fundamento:

Se utilizó el método de Kjeldahl, que determina el nitrógeno total contenido en una matriz alimenticia. Este método se basa en la combustión en húmedo de la muestra por calentamiento con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores metálicos y de otro tipo, para reducir el nitrógeno de la muestra hasta amoníaco, el cual queda en solución en forma de sulfato ácido de amonio. El producto de la digestión, una vez alcalinizado, se destila

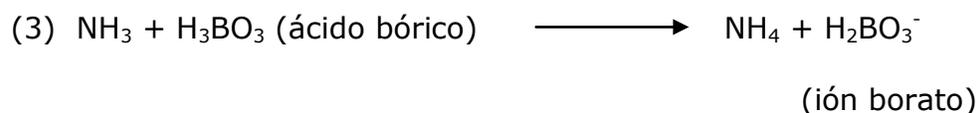
directamente o por arrastre con vapor para desprender el amoníaco, el cual es atrapado en una solución de ácido bórico y es posteriormente titulado con ácido clorhídrico_(Anexo1).

Las reacciones antes descritas se muestran a continuación:

Digestión



Neutralización y destilación



Titulación

El anión borato (proporcional a la cantidad de nitrógeno) es titulado con HCl estandarizado:



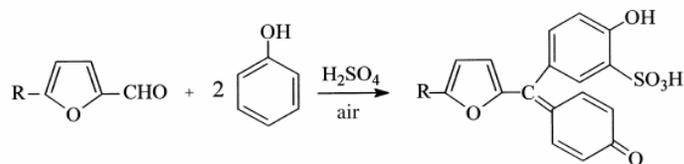
Los factores comúnmente usados para convertir el nitrógeno total en proteína cruda, se basan en el contenido promedio de nitrógeno de las proteínas, que en general es de 16%. Para la carne el contenido de proteína es 6.25 veces el contenido de nitrógeno_(Anexo1).

6.4.5 Determinación de Carbohidratos totales

Se determinaron por diferencia restando al 100% la suma de los porcentajes de humedad, cenizas totales, grasa y proteína crudas, mediante la fórmula siguiente:

$$\% \text{Carbohidratos} = 100\% - (\% \text{humedad} + \% \text{proteína} + \% \text{cenizas totales} + \% \text{grasa})$$

También se llevó a cabo la determinación de carbohidratos totales por el método de Fenol-Sulfúrico, en el cual los monosacáridos se deshidratan, en medios fuertemente ácidos, y forman derivados del furfural que pueden condensarse con compuestos fenólicos y el producto de esta reacción se lee a 490nm en el espectrofotómetro.



6.4.6 Cuantificación de nitritos

Esta determinación se llevará a cabo por el método que se encuentra en la norma: NMX-F-543-1992. Alimentos. Determinación de Nitritos en Productos Cárnicos. Método de Prueba. Foods. Test Method For Nitrites Determination in Meat Products. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. Este método de prueba se fundamenta en la reacción colorida entre los nitritos y el colorante con grupo funcional azo a un pH entre 2.0 y 2.5, por la copulación del ácido sulfanílico diazoado con clorhidrato de naftilamina, resultando una coloración roja que se lee a una longitud de onda de 520nm (Anexo1).

6.4.7 Determinación de Inulina

Con el fin de determinar el contenido final de inulina en el producto, se utilizó un sistema HPLC con las siguientes condiciones:

Flujo: 1mL/min

Temperatura: Ambiente (aprox.20°C)

Fase Móvil: Acetonitrilo/Agua (55:45)

Columna: Luna 5uNH₂

- *Muestra Patrón*

Para la determinación de la inulina en el producto final, primero se elaboró una curva patrón por el método HPLC con una muestra de inulina de alta pureza (95%) proporcionada por la maestra Hilda Calderón que trabaja en el laboratorio 321 del departamento de alimentos en el edificio "e" de la facultad de química, así mismo nos proporcionó las condiciones y la columna que se utilizó en la determinación de dicha muestra.

- *En la Materia Prima utilizada en el Producto*

Se trató de utilizar el método antes mencionado pero no funcionó, debido a que mediante el análisis por cromatografía capa fina de la muestra utilizada en el producto, se encontró monómeros y oligómeros de fructosa. Con lo anterior se decidió hacer la determinación por HPLC por triplicado, mediante la utilización de una columna para oligosacáridos con las siguientes condiciones:

Flujo: 1.4mL/min

Temperatura: Ambiente (aprox.20°C)

Fase Móvil: Agua (100%)

Columna: Waters Spherisorb

Concentración de Inulina: 4%.

- En el Producto

Para determinar por HPLC el contenido de inulina en el producto final, primero se hizo una extracción del contenido de grasa del producto por medio del método de lotes, utilizando como disolvente éter etílico. Con lo anterior obtuvimos dos fases, una orgánica y otra acuosa. A la fase acuosa se le extrajeron los carbohidratos solubles con etanol al 80%. Una vez extraídos los carbohidratos, se evaporó el etanol en el rotavapor. A la solución de inulina se le hizo la determinación por HPLC también por triplicado, con la misma columna para oligosacáridos y con las mismas condiciones.

6.5 Determinación de la Vida de Anaquel

6.5.1 Determinación de Bases Volátiles

Se determinaron bases volátiles con el fin de determinar la vida de anaquel, ya que al aumentar el crecimiento de microorganismos aumentan dichas bases. Los microorganismos al degradar las proteínas del alimento producen gases como N_2 . Para esta determinación se utilizó una solución de NH_4OH al 0.1%, agua y ácido bórico al 40%, como control. Así mismo se utilizaron NH_4OH , agua, ácido bórico y $MgCO_3$, pero en este caso se destiló en el equipo Kjeldahl para evaluar el porcentaje de recuperación y obtener resultados más confiables en la determinación de las bases volátiles del producto.

El nitrógeno que se libera de las proteínas cuando las bacterias las descomponen, puede ser cuantificado usando técnica de Kjeldahl en este caso, no es necesaria la hidrólisis ácida de la muestra, ya que el nitrógeno se encuentra libre en forma de amoníaco (NH_3), por lo cual solamente se requiere realizar la fase de destilación y la posterior recuperación del amoníaco en ácido bórico para su titulación.

Para la determinación de las bases volátiles del producto se utilizaron 5g de la muestra, 10mL de agua y 1g de MgCO_3 , cada una de las muestras se valoró después de una destilación en el Kjeldahl, con HCl al 0.1%. Cada uno de estos muestreos se llevó a cabo cada tercer día, ya que al obtener un porcentaje de 15% de bases volátiles quiere decir que la descomposición del producto ya se inicio.

6.5.2 Análisis Microbiológico

Se determinaron *coliformes fecales*, *Escherichia coli*(-), *Salmonella ssp* (-) y mesófilos aerobios (100,000 UFC/g) en 25g de muestra. Entonces se determinaron las UFC/g al tiempo cero (día de la elaboración del producto) y cada que el % de bases volátiles aumentara (aprox. 1-2%), debido a que como ya se había mencionado, al aumentar dicho porcentaje, aumentaba la población de microorganismos y así mismo la descomposición del producto. Para coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella* sólo se determino si había presencia.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Optimización de la Formulación

En trabajos previos se tomó la formulación base de un jamón y se le agregó la cantidad suficiente de chile chipotle para que el producto tuviera este sabor. Así se desarrollo un producto adicionado de queso blanco y chile chipotle con gran aceptación entre consumidores. Así mismo, en la optimización de la formulación, primero se variaron las concentraciones de carragenina e inulina, cubriendo un intervalo para inulina de 0-6% y para carragenina de 0-2%. Estos intervalos en la concentración de hidrocoloides se obtuvo de probar diferentes concentraciones de estos y evaluando la textura del producto final.

En el caso de las formulaciones A (0.7% carragenina y 5.3%), D (sin carragenina y 6% de inulina) y E (sin hidrocoloides) mostraron muy poca cohesividad. Esto pudo deberse a la poca cantidad de carragenina, en el caso de la formulación A, y a la ausencia de esta en las formulaciones D y E. Con esto nos podemos dar cuenta que la carragenina es el hidrocoloide principal que aporta cuerpo y textura al producto final.

En lo que respecta a la formulación B (1.4% carragenina y 4.6% inulina), en esta se observó una mejor cohesividad que los jamones mencionados anteriormente, y así mismo un mejor corte del producto final. En este se obtuvo una mayor cohesividad en el producto final debido a que tenía una mayor cantidad de carragenina. Por otra parte, al ser evaluada por 5 jueces voluntarios*, este dejaba una sensación de astringencia en la boca y esto era debido a que la cantidad de inulina era muy alto(>4%). Lo anterior fue comprobado al evaluar los jamones de la formulación A y D, y estos dejaban una sensación de astringencia aún mayor que la de la formulación B, ya que estos tenían la concentración más alta de inulina.

*Estas pruebas solo se hicieron con 5 jueces debido a que estas eran solo pruebas preliminares para encontrar la formulación óptima para la elaboración del jamón con queso y chile chipotle.

En el caso de la formulación C (2% carragenina y 4% de inulina) se observó una mejor cohesividad y un mejor corte que en el caso de la formulación B, debido a que tenía una concentración mayor de carragenina, y en este caso al ser evaluado el producto final por los 5 jueces, este no presentaba esa sensación de astringencia que se presentó en los otros jamones, pero si una mayor dureza al masticarlo. Con esta información que obtuvimos se llevó a cabo una formulación F (1.5% carragenina y 3.5% inulina) y G (1.8% carragenina y 3.2% inulina).

El jamón de la formulación F, mostró muy buena cohesividad y al rebanarlo en trozos delgados (aprox. 2mm), este no se rompía. Además al ser evaluado por 5 jueces voluntarios se encontró que tenía un buen sabor y la masticabilidad era buena.

El jamón de la formulación G, mostró una mejor cohesividad que el jamón F, pero al ser evaluado por los 5 jueces voluntarios se encontró que la masticabilidad de este era menor que la del jamón F.

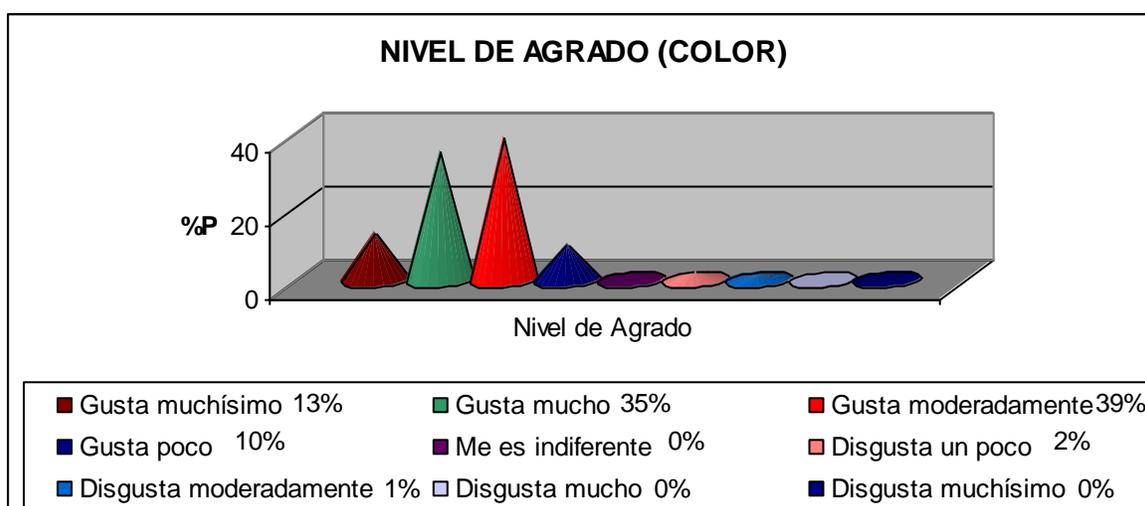
Con lo anterior se encontró que la concentración óptima de inulina no debía ser mayor al 4% y la concentración óptima de carragenina era $\approx 1.4\%$ y menor al 2%. Encontrándose que la formulación F fue la óptima, se procedió a elaborar un jamón con dichas concentraciones y así llevar a cabo la evaluación de la textura y nivel de aceptación del producto.

7.2 Evaluación del Nivel de aceptación de los jamones (pruebas sensoriales)

Una vez encontrada la concentración de hidrocoloides se elaboró el jamón con queso y chile chipotle (formulación F) para evaluar el nivel de agrado con 100 jueces de entre 21 y 28 años (Anexo1).

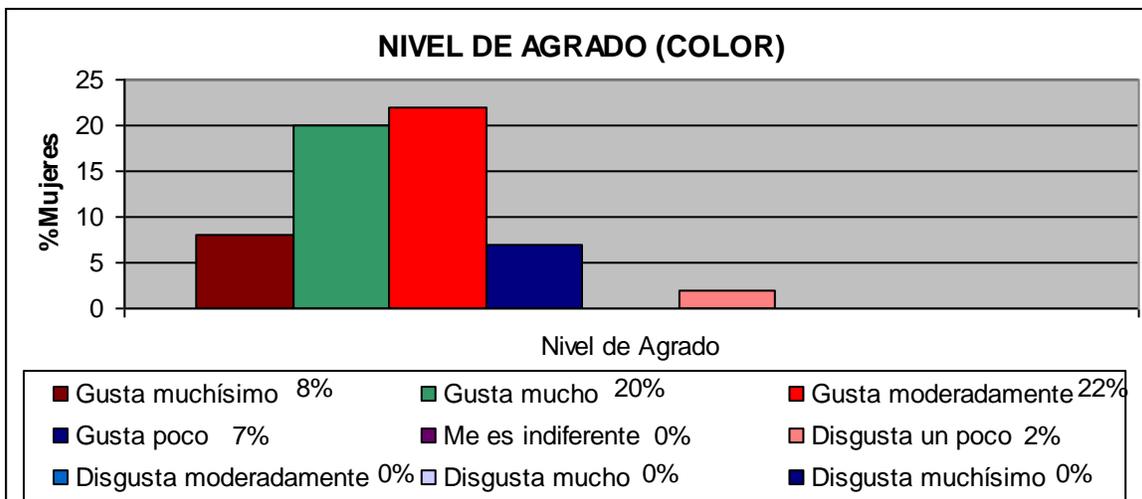
7.2.1 Color

Como podemos observar en la gráfica 1, el color del jamón con queso y chile chipotle tiene una buena aceptación, ya que la mayoría de los jueces (74%) que lo evaluaron dijeron que el color les gustó mucho y moderadamente, pero algunos (3%) les disgustó el color, esto podría reflejar que estas personas esperaban un color rojo más intenso debido a que el jamón tiene chile chipotle.

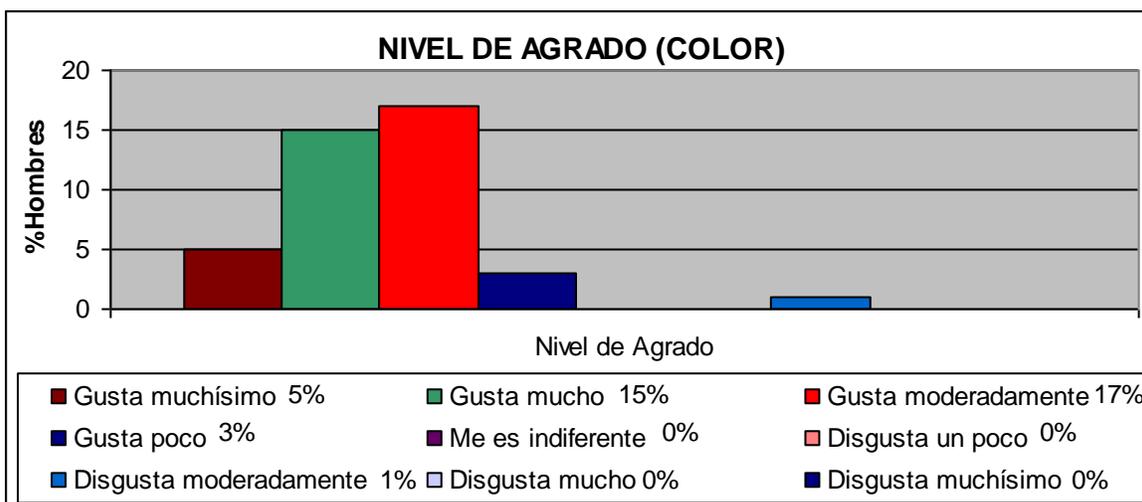


Gráfica1.-Evaluación del nivel de agrado, respecto al color del producto.

Por otra parte con el motivo de observar si existe una diferencia en el nivel de aceptación por sexo, se disgregaron los resultados por sexo de los jueces (gráficas 2 y 3), y así podemos observar que al parecer el nivel de aceptación fue mayor en las mujeres que en el caso de los hombres, pero esto no se puede afirmar debido a que hubo una mayor cantidad de mujeres que evaluaron el producto.



Gráfica2.-Evaluación del nivel de agrado (mujeres), respecto al color del producto.

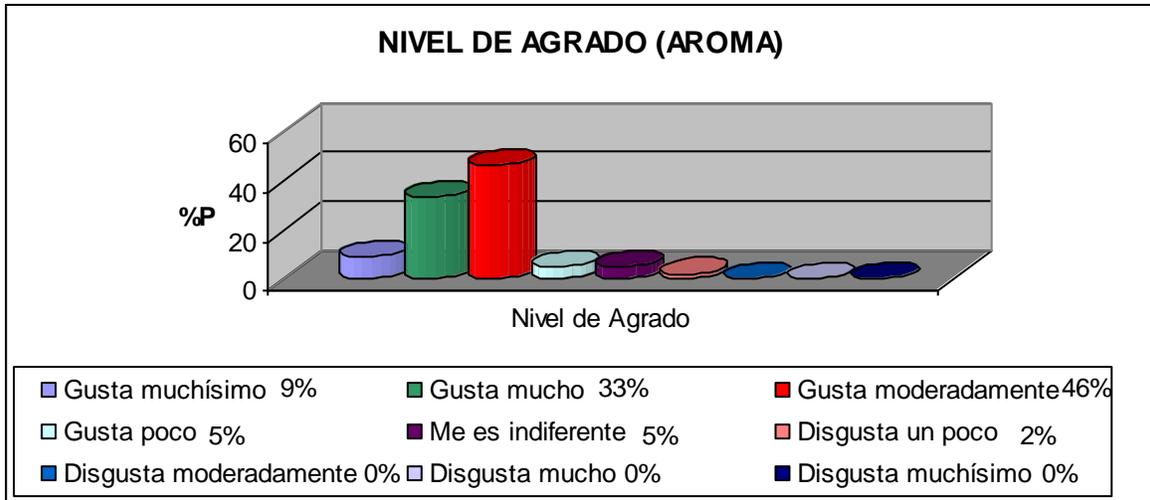


Gráfica3.-Evaluación del nivel de agrado (hombres), respecto al color del producto.

7.2.2 Aroma

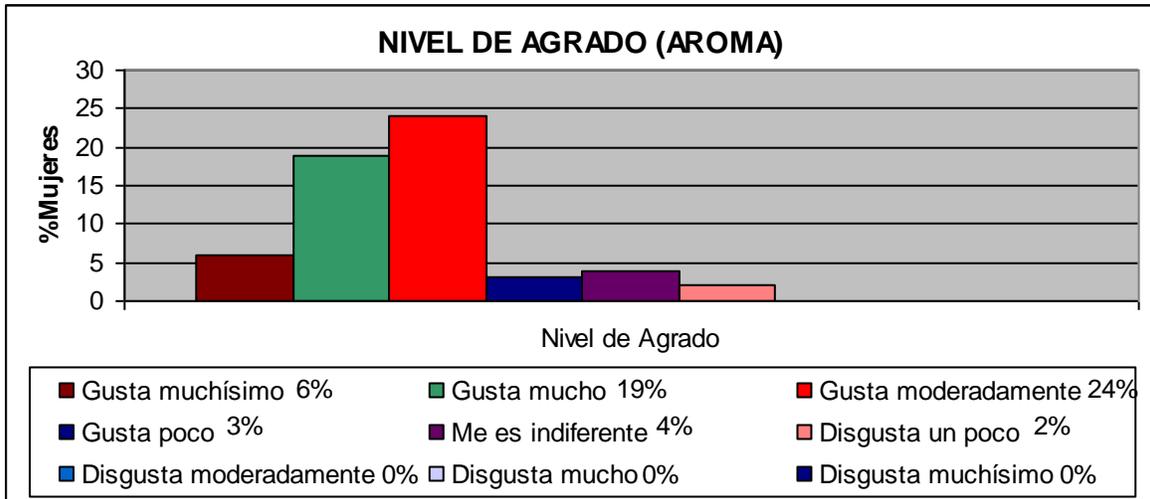
Como podemos observar en la grafica 4, el aroma del jamón con queso y chile chipotle tiene una buena aceptación, ya que la mayoría de los jueces (79%) que lo evaluaron mencionaron que el aroma les gustó entre mucho y moderadamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

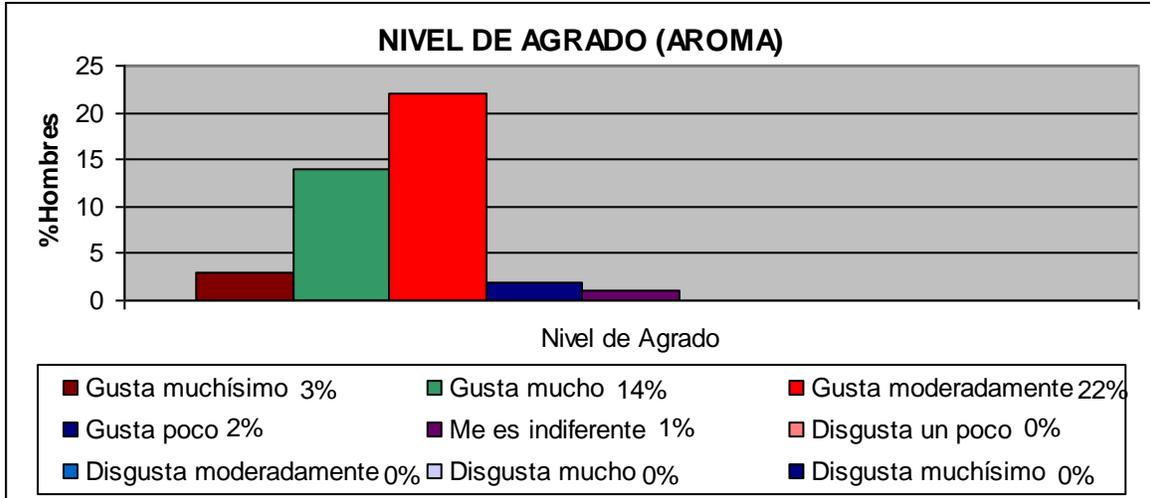


Gráfica4.-Evaluación del nivel de agrado, respecto al aroma del producto.

Nuevamente, al separar los resultados por sexo de los jueces (gráficas 5 y 6), podemos ver que el nivel de aceptación del producto es buena tanto para mujeres como para hombres.



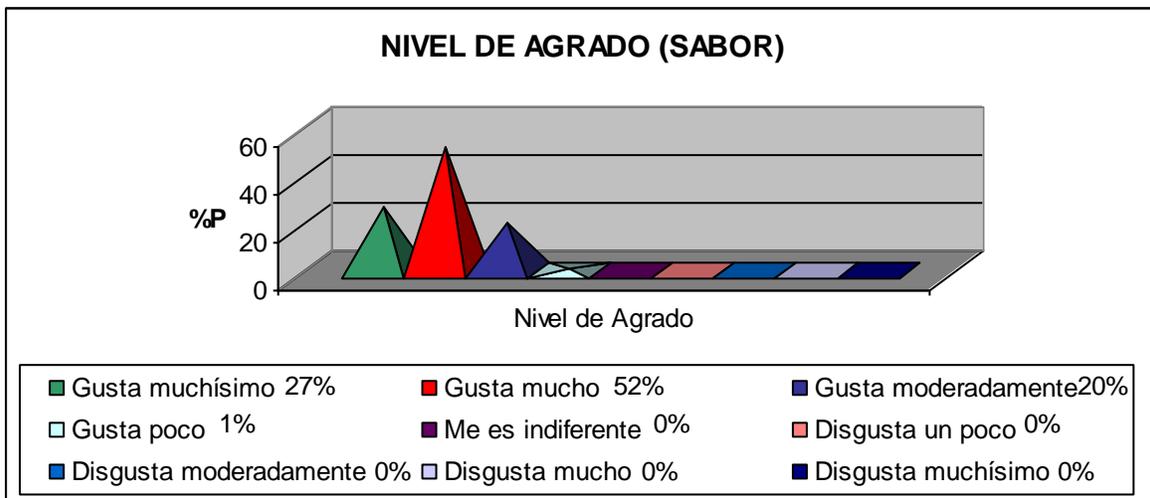
Gráfica5.-Evaluación del nivel de agrado (mujeres), respecto al aroma del producto.



Gráfica6.-Evaluación del nivel de agrado (hombres), respecto al aroma del producto.

7.2.3 Sabor

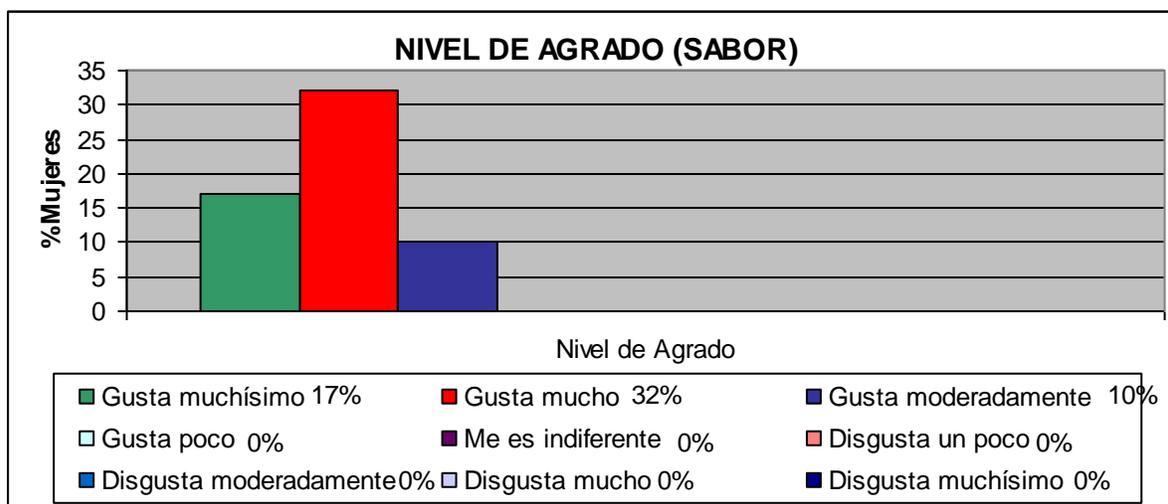
En la gráfica 7 tenemos que el sabor del jamón con queso y chile chipotle tiene una buena aceptación por parte de los jueces que lo calificaron, ya que la mayoría de los jueces (99%) que lo evaluaron dijeron que el sabor les gustó muchísimo, mucho ó moderadamente y hubo solo un juez que dijo que le gustó poco, pero ninguno de ellos le disgustó el sabor.



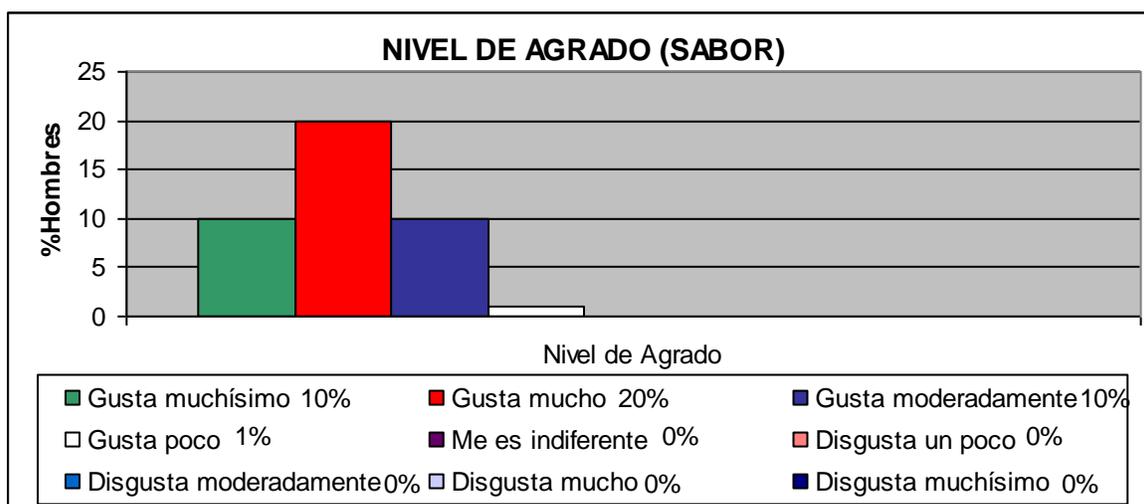
Gráfica7.-Evaluación del nivel de agrado, respecto al sabor del producto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En las graficas 8 y 9 podemos observar que el nivel de aceptación, respecto al sabor, fue mayor en el caso de las mujeres que en el caso de los hombres, aunque no podemos afirmar esto por lo que ya se había mencionado.



Gráfica8.-Evaluación del nivel de agrado (mujeres), respecto al sabor del producto.



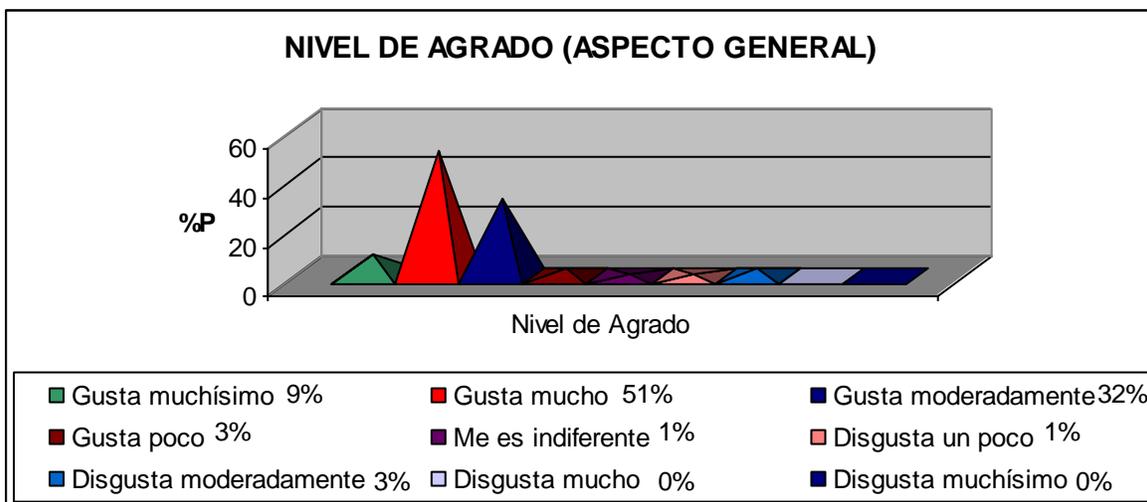
Gráfica9.-Evaluación del nivel de agrado (hombres), respecto al sabor del producto.

7.2.4 Aspecto General

En cuanto a la calificación global que recibió el producto, el aspecto general tiene buena aceptación, ya que la mayoría de los jueces (83%) que lo evaluaron dijeron que les gusto mucho y moderadamente (gráfica 10). Por otra parte hubo cuatro jueces a los que el aspecto general no les gustó y a uno le

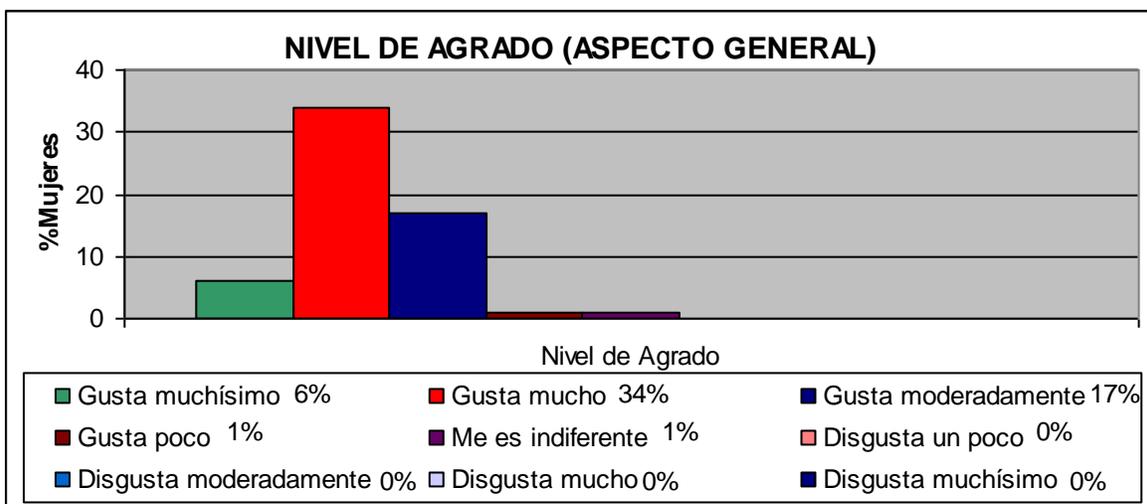
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

fue indiferente, y esto pudo deberse a que como el aroma ni el color los convenció esto afectó en la calificación final del producto.

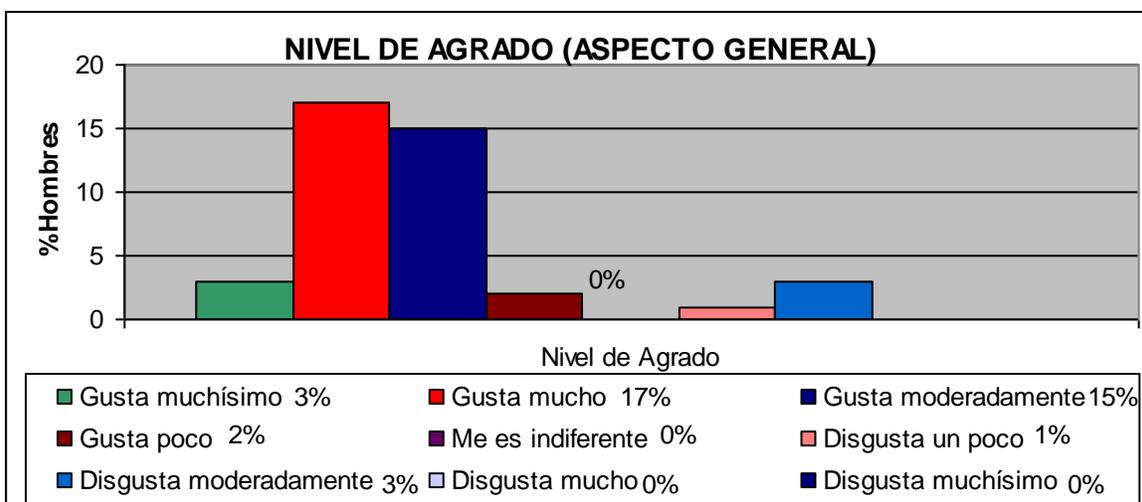


Gráfica10.-Evaluación del nivel de agrado, respecto al aspecto general del producto.

Con relación al sexo de los jueces (gráficas 11 y 12), podemos observar que el nivel de aceptación fue mayor en el caso de las mujeres que en el caso de los hombres.



Gráfica11.-Evaluación del nivel de agrado (mujeres), respecto al aspecto general del producto.



Gráfica12.-Evaluación del nivel de agrado (hombres), respecto al aspecto general del producto.

En general podemos ver que el producto tiene muy buena aceptación, siendo el sabor el atributo con mayor aceptación, el color se podría mejorar un poco ya que los jueces esperan un producto con tonalidad roja en el producto, debido a que es un jamón con chile chipotle. Por otra parte, si el producto tiene un tono más rojo, quizá los consumidores tengan un mayor rechazo hacia al producto debido a que en la actualidad los consumidores prefieren productos más naturales, esto es, con una menor cantidad de aditivos y de preferencia sin estos.

7.3 Determinaciones fisicoquímicas

En la siguiente tabla se presentan los resultados de las determinaciones fisicoquímicas del producto:

| | |
|---------------|--------|
| PROTEÍNA | 49.46% |
| HUMEDAD | 29.92% |
| GRASA | 8.85% |
| CARBOHIDRATOS | 8.34% |
| CENIZAS | 3.43% |

Tabla 4.-Proximal de la de la composición del jamón en %p/p.

La cantidad de nitritos determinada fue de 148.04 ppm.

En la Tabla 4 podemos observar que el contenido de proteína es bastante alto respecto a los jamones extrafinos (18% de proteína)_(NOM-158) que se encuentran en el mercado, debido al bajo contenido de agua. A pesar del bajo contenido de agua la textura del producto fue buena debido a la adición de carragenina, ya que esta actúa fijando la poca cantidad de agua adicionada. Además el alto contenido de proteína es debido al aporte del queso, ya que el queso blanco tiene aproximadamente un 20% de proteína.

Por otra parte el contenido de agua determinado en el producto fue muy bajo, debido a que al producto se le adicionó muy poca. Al agregar las gomas (carragenina principalmente), estas ligan el agua y con esto el contenido de agua libre, que es la única que se puede extraer con el método de secado utilizado, disminuye.

El contenido de grasa también fue muy bajo, ya que con el fin de que el producto tenga mejor cohesividad, se le quita la grasa a la pierna de cerdo. Entonces podemos considerar que las fuentes de grasa mas representativas son el queso y los chiles que se agregaron (aceite).

En el caso del contenido de carbohidratos también se determinó una cantidad baja, debido a que las fuentes de estos sólo son los hidrocoloides (carragenina e inulina), la carne y difícilmente el queso, claro en el caso de que este último tuviera gomas también.

En general se encontró que el jamón elaborado cumple con las especificaciones de la NOM-158, debido a que el porcentaje de proteína es alto (mayor al 16%), el contenido de grasa es muy bajo (menor al 10%) y la cantidad de humedad es mucho menor al límite máximo que es de 75%. Así mismo el

contenido de nitritos esta dentro de la norma debido a que es menor a 160ppm.

7.4 Determinación de Inulina

Como se había mencionado en la metodología, se utilizó método proporcionado por la M.C. Hilda Calderón que trabaja en el laboratorio 321 del departamento de alimentos en el edificio E de la Facultad de Química, y no fue el adecuado para nuestra muestra, ya que este método sólo funcionaba para una muestra de inulina de alta pureza (95%). Mediante el análisis por cromatografía capa fina de la muestra utilizada en el producto, se encontró lo siguiente:

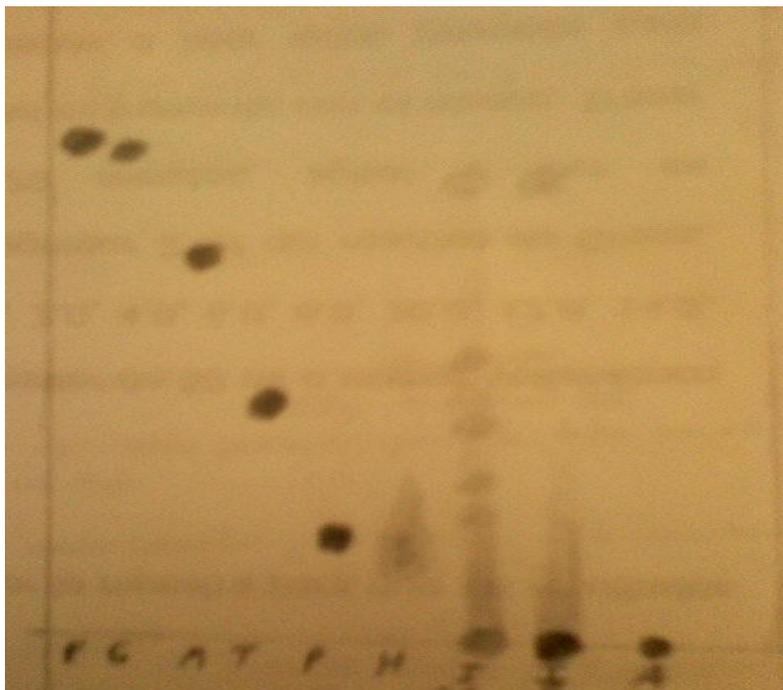


Figura 1. Cromatoplaqueta de la determinación de inulina en la materia prima.

La materia prima se comparó con 8 azúcares estandar que son: fructosa (F), glucosa (G), maltosa (M), maltotriosa (T), maltopentosa (P), maltohexosa (H), materia prima (I'), inulina al 95% de pureza (I) y almidón (A). En la figura 1 se puede observar claramente que, la materia prima utilizada (I') es una mezcla de fructosa, oligofructanos e inulina, ya que teniendo como referencia

las manchas obtenidas por las moléculas de glucosa (G, M, T, P Y H) la materia prima muestra manchas casi al mismo nivel que estas moléculas de glucosa. Este es el motivo por el cuál la técnica, proporcionada por la maestra Hilda Calderón, no funcionó para la inulina que se utilizó.

7.4.1 Análisis de la Materia Prima por HPLC

Como podemos observar en la figura 2, el primer tiempo de retención (6.74) es debido a los monómeros de fructosa, ya que en una curva patrón para oligosacáridos (glucosa) este tiempo esta cerca del tiempo de retención (9.04) para glucosa. Mientras que el segundo tiempo de retención (11.65) es debido a los dímeros de fructosa, ya que en dicha curva patrón para oligosacáridos el tiempo de retención es cercano al obtenido para la maltosa (10.24). Para el tercer tiempo de retención (14.66), podemos decir que se trata de tetrámero de fructosa, debido a que en la misma curva patrón para oligosacáridos el tiempo de retención es cercano al obtenido para el tetrámero de glucosa (14.84). Así mismo, para el cuarto tiempo de retención (27.66), podemos decir que se trata de moléculas de seis unidades o más de fructosa, ya que en dicha curva patrón para oligosacáridos de glucosa el tiempo de retención es cercano al obtenido para la hexosa (24.64).

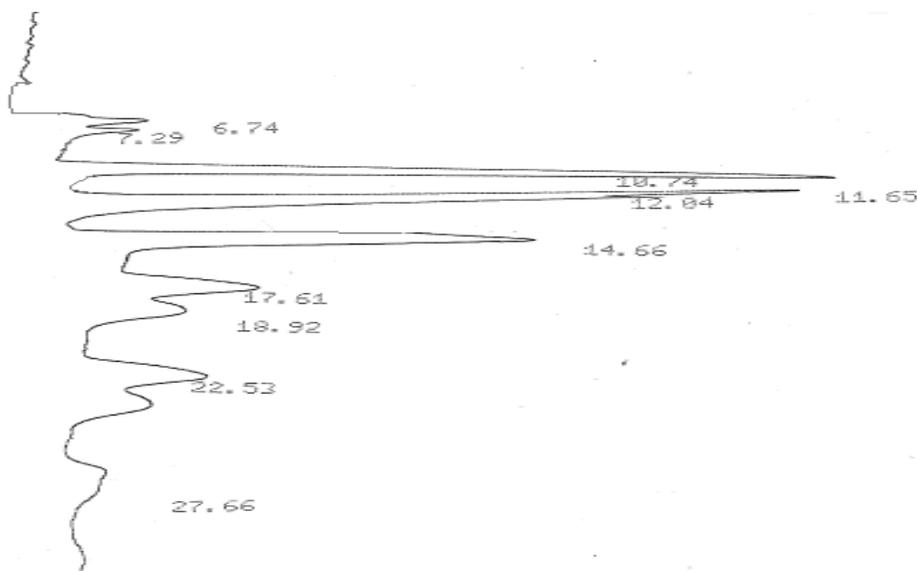


Figura 2. Cromatograma de la determinación de oligofructanos en la materia prima (inulina) por el método de HPLC

7.4.2 Análisis del Producto Final

En la figura 3 podemos observar que las moléculas más pequeñas de fructosa (monómeros) se pierden durante la cocción del producto, debido a que en este análisis no obtuvimos la primer señal (9.26) que se observa en la figura 2. Por otra parte podemos observar que las moléculas más grandes (dos, cuatro y seis moléculas de fructosa) no se perdieron durante la cocción del producto, ya que en la figura 3 se observan las señales cercanas a los obtenidas en el análisis de la materia prima (11.26, 13.61 y 27.83 respectivamente). Con lo anterior podemos decir que aunque los monómeros de fructosa se pierden durante la cocción del producto, este se puede considerar como un producto que contiene fibra, ya que las moléculas más grandes no se pierden.

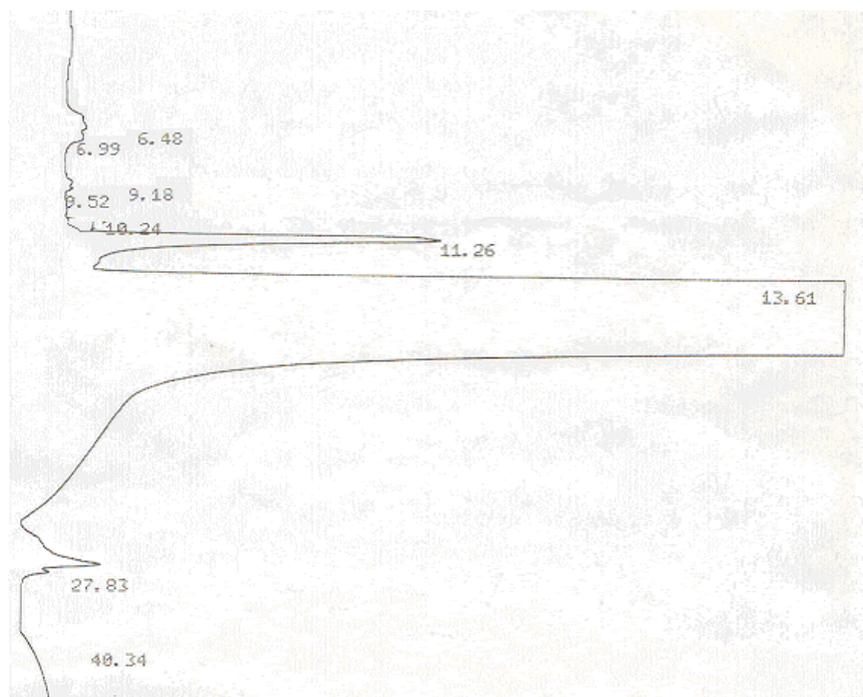


Figura 3. Cromatograma de la determinación de oligofructanos en el producto final por el método de HPLC

7.5 Determinación de la vida de anaquel del producto

Con el fin de obtener la vida de anaquel del producto a 10°C (refrigeración), se llevaron a cabo dos determinaciones que son: Bases Volátiles totales y una microbiológica. Con lo anterior se obtuvieron los siguientes resultados:

| Día | %Bases Volátiles | <i>Salmonella</i> | <i>E. coli</i> | Coliformes Fecales | Mesófilos aerobios |
|-----|------------------|-------------------|----------------|--------------------|------------------------|
| 1 | 6.15 | Negativo | Negativo | Negativo | 73X10 ² UFC |
| 4 | 8.61 | Negativo | Negativo | Negativo | ----- |
| 8 | 10.57 | Negativo | Negativo | Negativo | 91X10 ⁴ UFC |
| 12 | 11.56 | Negativo | Negativo | Negativo | ----- |
| 16 | 13.53 | Negativo | Negativo | Negativo | ----- |
| 20 | 14.81 | Negativo | Negativo | Negativo | ----- |
| 24 | 19.1 | Negativo | Negativo | Negativo | ----- |

Tabla11.- Determinaciones para la vida de anaquel

En la tabla 11, podemos observar que a los 20 días de elaboración del producto, el porcentaje de bases volátiles esta casi en el límite (15%) al cual se considera que ya se comenzó la descomposición del producto. Mientras que *Salmonella*, *E. coli* y coliformes fecales no presentaron crecimiento durante los 24 días de monitoreo debido a que se cuidaron muy bien la condiciones y la buenas prácticas de higiene durante la elaboración del producto. Con lo anterior se cumplieron las especificaciones que se establecen en la NOM-158-SCFI, respecto a la flora microbiana.

Por otra parte, podemos observar en la misma tabla que el límite de mesófilos aerobios se rebasa al octavo día debido a que el límite de la NOM-158-SCFI para estos es de 1X10⁵ UFC/g de muestra. Con esto podemos ver que el método de bases volátiles no es útil en la determinación de la vida de anaquel, debido a que según este el producto comenzó su descomposición a los 20 días. Mientras que la determinación de mesófilos aerobios nos indican que la descomposición comenzó al octavo día, ya que en este día se rebaso el límite de UFC/g según la NOM-158-SCFI.

8. CONCLUSIONES

- Se elaboró un producto cárnico, tipo jamón, con bajo contenido de fibra(inulina) y alto contenido proteico(49.46%%), que tuvo gran aceptación(70% de la población) por parte de los consumidores en el aspecto general y de sabor.
- La carragenina, fue el principal hidrocoloide que favoreció la textura del producto cárnico.
- Mediante la determinación por HPLC, se determinó que durante la cocción se perdieron los oligofruktanos de cadena corta.
- Se elaboró un producto cárnico que cumple con las especificaciones de la NOM-158-SCFI-2003, respecto a las características microbiológicas y bromatológicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alistarir M. Stephen, Glyn O. Phillips y Peter A. Williams, Taylor and Francis. Food Polysaccharides and their applications , Segunda edición.
2. Alvidrez M. A., González M. B. E. y Jiménez S. Z. 2002. Tendencias en la Producción de Alimentos: Alimentos Funcionales. Revista Salud Pública y Nutrición.
3. Araya L. H. Y Lutz . M. 2003. Alimentos Funcionales y Saludables; Revista Chilena de Nutrición.
4. Ari S. 1996 Studies on Functional Foods in Japan. State of the art. Bioscience Biotechnology and Biochemistry. Pags: 9-15.
5. Arvanitoyannis I. S. y Hougwelingen K. M. V. Funcional Foods: Survey of Health Claims, Pros and Cons, and Current Legislation. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 2005. Pags: 385-404.
6. Blanca R Balcázar-Muñoz, Esperanza Martínez-Abundis, Manuel González Ortiz. Chile, Vol.131, No.6, Santiago Junio 2003. Efecto de la administración oral de inulina sobre el perfil de lípidos y la sensibilidad a la insulina en individuos con obesidad y dislipidemia, Rev. méd.
7. Blanco, S. G. México, D.F; 1968. "Obtención de fructosa a partir de la hidrólisis de la Inulina de Agave por diversos Métodos"; Tesis de licenciatura;UNAM; Facultad de Química.
8. Bello Gutiérrez, B. (2000a). Alimentos con propiedades saludables especiales. En: Alimentos composición y propiedades, 343-356. Ed. ICIAR ASTIASARÁN; J. ALFREDO MARTÍNEZ. McGraw – Hill Interamericana de España. Madrid (España).
9. Caballero, B; Popkin, B. M. (2002). Introduction, 1-6. En: The nutrition transition. Diet and disease in the developing world. Ed. CABALLERO, B; POPKIN, B. M. Academic Press. Elsevier Science. Londres (UK).

10. Carballo Berta, López de Torre Guillermo. Manual de Bioquímica y Tecnología de la Carne. España 1994.
11. Chasquibol S. N., Lengua C. L., Delmas I., Rivera C. D., Bazan D., Aguirre M. R. Y Bravo A. M. 2003. Alimentos Funcionales o Fitoquímicos, Clasificación e Importancia; Revista Peruana de Química e Ingeniería Química,. Pags: 9-20.
12. David Kritchevsky, Charles Bonfield y James W. Anderson. New York and London 2005. Dietary Fiber, Chemistry, Physiology, and Health Effects, Plenum Press.
13. Fogel, R. W; Helmchen, L. A. (2002). Economic and technological development and their relationship to body size and productivity, 9-24. En: The nutrition transition. Diet and disease in the developing world. Ed. Caballero, B; Popkin, B. M. Academic Press. Elsevier Science. Londres (UK).
14. Glicksman, M. U.S.A.1969. "Gum Technology in the Food Industry"; Academic Press, Inc.
15. Glicksman M. Florida, 1983. "Red Seaweed Extracts (Agar, Carrageenan, Furcellaran)"; Food Hydrocolloids Vol. II;;CRC Press, Inc. Capítulo 5.
16. Grande Covián, F. (2000). La alimentación y la vida. Editorial Debate, 270 pp. Madrid (España).
17. HU, F.B. (2003). Sedentary lifestyle and risk of obesity and type 2 diabetes. Lipids, 38: 103-108.
18. James F. Price, Bernard S. Schweigert. The Science of Meat Products. Third edition. Food and Nutrition Press.USA 1987.
19. Lisa Brown, Bernard Rosner. Vol. 69, No. 1, January 1999. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis"; American Journal of Clinical Nutrition.
20. Merck &Co. U.S.A. 1983 10a Edición. "An Encyclopedia of Chemical, Drugs and Biologicals"; The Merck Index.

21. NMX-F-543-1992. Alimentos. Determinación de Nitritos en Productos Cárnicos. Método de Prueba. Foods. Test Method For Nitrites Determination in Meat Products. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
22. O'Brien, P. E; Dixon, J. B. (2002). The extent of the problem of obesity. *Am. J. Surg.*, 184: 54-58.
23. Owen R. Fennema. Química de los Alimentos, Department of food Science, University of Wisconsin-Madison, Editorial Acirbia, S.A., Zaragoza (España). Pags 85 y 86.
24. Pearson, Kirk R.S., Sawyer R., Egan. Composición y análisis de los alimentos. 2ª edición en Español. CECOSA. 1996. pág 205, 219, 222.
25. Quemener, B. Vol.27, london, Sn: Diego & New York; 1994. "Determination of inulin and oligofructose in Food Products, and Integration in the AOAC Method for Measuramene of TotalDietary Fiber"; Official Publication of Int. Union of Food Science in tech.; Food and Science & Technology; Lebensmittel-Wissenschaft &Technology;International Jurnal for Food Chemistry, Biochemistry, Microbiology, Technology, Engineering and Nutrition; Academic Press.
26. Ruíz Medina Eimy, Tesis de Licenciatura. México D.F; 2007. "Elaboración y Evaluación Nutrimental de un Ensilado de Pescado"; UNAM; Facultad de Química.
27. Smill, V. (2002). Food production, 25-50. En: The nutrition transition. Diet and disease in the developing world. Ed. CABALLERO, B; POPKIN, B. M. Academic Press. Elsevier Science. Londres (UK).
28. Stanley, N. F; Editado por Harris P. London, 1992, "Carrageenans"; Food Gels;; Ed. Elsevier Applied Science; Págs. 79-117.
29. Therkelsen, G. H.; editado por Whistler R.L. and Bemiller J.N, U.S.A. 1993. "Carrageenan"; Industrial Gums; Polysaccharides and their Derivates;; Ed Academic Press; Págs. 146-176.

30. Whistler, R. U.S.A. 1993. "Industrial Gums Polysaccharides and their Derivatives"; L. 3a Edición; Ed. Academic Press, Inc.
31. www.colpos.mx
32. www.fao.org
33. www.inegi.com.mx
34. www.monografias.com

10. ANEXO**MATERIALES Y MÉTODOS PARA ANÁLISIS PROXIMAL Y PRUEBAS FISICOQUÍMICAS***10.1 Determinación de humedad. AOAC (1990)934.01 con modificaciones.***Materiales:**

- o Balanza analítica (Sartorius analytic)
- o Desecador de vidrio
- o Pesafiltros o charolas de aluminio
- o Estufa con corriente forzada (LAB-LINE Mod. IMPERIAL III)
- o Estufa de vacío (LAB-LINE Duo Vac Oven Mod. 3620)

Procedimiento:

Se pusieron a peso constante los pesafiltros y se registró su peso. Se pesaron aproximadamente 5 gramos de la muestra en los pesafiltros y se introdujeron en la estufa de corriente forzada a 65°C por 5 horas. Posteriormente se trasladaron a la estufa de vacío a una temperatura de 60-65°C con una presión de por lo menos 12 in de Hg, hasta peso constante, es decir, hasta que se presente en la pesada únicamente una variación en la cuarta cifra decimal. La determinación se hizo por triplicado.

Cálculos:
$$\% \text{Humedad} = \frac{P_i - P_f}{m} \times 100\%$$

Donde:

P_i = peso del pesafiltros con la muestra húmeda en gramos.

P_f = peso del pesafiltros con la muestra seca en gramos.

m = peso de la muestra húmeda en gramos.

10.2 Determinación de cenizas totales. AOAC (1990)942.05

Materiales:

- o Mufla THERMOLYNE Mod.1500
- o Balanza analítica (Sartorius analytic)
- o Mechero Bunsen
- o Crisoles de porcelana
- o Desecador de vidrio
- o Campana de extracción

Procedimiento:

Los crisoles se pusieron previamente a peso constante, colocándolos en mufla a una temperatura de 500°C. Se colocaron aproximadamente 5 gramos de la muestra húmeda en cada crisol y se carbonizaron a la flama del mechero Bunsen, bajo una campana ya que se desprende una gran cantidad de humo. Cuando ya no se desprende humo se meten los crisoles a la mufla a una temperatura de 500°C hasta obtener las cenizas. Se sacaron los crisoles de la mufla colocándose en un desecador y se pesaron los crisoles fríos con las cenizas, se realizaron pesadas periódicas hasta que alcanzaron peso constante, el cual fue registrado para calcular el % de cenizas totales. La determinación se realizó por triplicado.

Cálculos:

El cálculo de cenizas en términos de porcentaje es el siguiente:

$$\% \text{Cenizas totales} = \frac{P_f - P_o}{m} \times 100\%$$

Donde:

Pf= peso del crisol con la muestra después de incineración en gramos.

Po= peso del crisol a peso constante en gramos.

m= peso de la muestra en gramos.

10.3 Determinación de proteína cruda. AOAC (1990)955.04 con modificaciones

Materiales y reactivos:

- Equipo de MacroKjedahl para digestión y destilación.
- Papel filtro.
- Equipo de MicroKjedahl para digestión y destilación.
- Tubos de MicroKjeldahl.
- Equipo Kjeldahl.
- Sulfato de potasio (K_2SO_4).
- Sulfato de cobre ($CuSO_4$).
- Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4).
- Hidróxido de sodio al 50 % (NaOH).
- Ácido sulfúrico o ácido clorhídrico al 0,1 N (HCl).
- Rojo de metilo al 0,1 % en alcohol de 95 % (cuando se recoge el destilado en H_2SO_4 0,1 N).
- Hidróxido de sodio 0,1 N (cuando se recoge el destilado en H_2SO_4 0,1N).
- Mezcla indicadora rojo de metilo 0,1 % - azul de metileno 0,05 %, en alcohol de 95 %; o rojo de metilo 0,1 % - verde de bromocresol 0,075 %, en alcohol de 95%.
- Ácido bórico al 4% (H_3BO_3).

Procedimiento

Digestión:

1. Pesar 0.1 g de muestra sobre un trozo de papel de filtro sin cenizas e introducir papel y muestra en el tubo de digestión Kjendahl (evitar que quede muestra adherida a las paredes del tubo).
2. Añadir de 15 – 18 g de sulfato de potasio; 0,5 g de sulfato cúprico anhidro y 25 ml de ácido sulfúrico concentrado.
3. Añadir unas perlitas de vidrio.
4. Colocar el tubo en el aparato de digestión y calentar la mezcla de digestión a temperatura baja hasta que cese la formación de espuma. Aumentar progresivamente la temperatura de la hornilla (no permita que escape ácido

del balón por exceso de calor; ni calentar por encima del nivel del líquido, cuando se usa mechero, puesto que se pueden producir pérdidas de nitrógeno por volatilización de las sales de amonio).

5. Continuar calentando hasta que la mezcla se haga transparente y / o incolora y luego continúe calentando, durante 30 minutos o más. (Si el volumen de ácido disminuye durante la digestión debe añadirse más para evitar sobrecalentamiento del tubo).

Destilación

1. Enfriar el balón y añadir cuidadosamente 250 ml de agua y mezclar bien.

PRECAUCIÓN: RECORDAR QUE AL AGREGAR AGUA AL ÁCIDO SULFÚRICO SE DESARROLLA UNA REACCIÓN FUERTEMENTE EXOTÉRMICA, POR LO QUE HAY QUE SER EXTREMADAMENTE CUIDADOSO.

2. Colocar una tira de papel indicador.

3. Mantener el tubo en posición inclinada y añadir 50 – 75 ml de una solución de NaOH al 50 % dejándola correr por las paredes, de manera que se formen dos capas de líquido.

4. Conectar inmediatamente al condensador (cuya hornilla debe estar encendida con antelación) por medio del bulbo de Kjeldahl y luego agitar para mezclar. El papel indicador debe mostrar que el contenido del tubo esta alcalino.

5. Una vez que se ha mezclado la solución de álcali, colocar inmediatamente sobre la hornilla ya caliente.

6. Calentar hasta ebullición y destilar unos 150 – 200 ml (con lo cual se asegura que ha pasado todo el amoniaco formado).

7. Enjuagar el extremo del tubo de salida del destilado con agua destilada, dentro del Erlenmeyer que contiene el destilado. El extremo de la salida del condensador (antes de comenzar la destilación) debe estar sumergido en 50 ml de solución de ácido bórico contenida en un elenmeyer de 500 ml con 2-3 gotas de la solución indicadora rojo de metilo – azul de metileno (o rojo de metilo – verde de bromocresol).

Titulación:

Titular con ácido clorhídrico hasta obtener un color gris con la mezcla indicadora rojo de metilo – verde bromocresol o un color azul con la mezcla rojo de metilo – azul de metileno.

NOTA: Si se desean titular alícuotas del destilado, transferir cuantitativamente el destilado a un matraz aforado de 200 o 250 ml, aforar el volumen con agua y titular alícuotas de 50 ml. En este caso, tome en cuenta el factor de dilución al realizarlos cálculos. La determinación se hizo por triplicado.

Cálculos:

$$\% \text{Nitrógeno} = \frac{(M - B) \times N \times \text{meq}}{m} \times 100\%$$

$$\% \text{Proteína} = \% \text{Nitrógeno} \times F$$

Donde:

M= ml de titulación de la muestra

B= ml de titulación del blanco

N= Normalidad de la solución de HCl

meq= miliequivalentes de nitrógeno (0.014)

m= peso de la muestra en gramos

F= factor de conversión (se utilizó el valor de 6.25)

10.4 Determinación de grasa cruda. AOAC (1990)920.39

Materiales y reactivos:

o Aparato de extracción Goldfish (Labconco Mod. 35001-00CV)

o Cartuchos de celulosa

o Portadadales de vidrio

o Tubos colectores de disolvente

- o Anillos metálicos con rosca
- o Vasos de borde esmerilado
- o Bomba de recirculación (Little Grant pump Mod. 1)
- o Estufa de vacío (LAB-LINE Duo Vac Oven Mod. 3620)
- o Balanza analítica (Sartorius analytic)

Procedimiento:

Los vasos esmerilados se colocaron a peso constante en una estufa. Dentro de cartuchos de celulosa se pesaron aproximadamente 2 gramos de muestra seca. Los cartuchos de celulosa se colocaron en los portadedales y éstos a su vez en el seguro metálico del aparato de extracción. Se colocaron aproximadamente 50 ml de éter etílico en los vasos de borde esmerilado a peso constante y se aseguraron al aparato de extracción con ayuda de los anillos metálicos. Se prendió el aparato de recirculación con agua helada y se subieron las parrillas de calentamiento hasta que estuvieron en contacto con los vasos, se trabajó con el control de calentamiento en la posición de LOW por 6 horas, tiempo en el cual se extrajo toda la grasa. Se cambiaron los portadedales por tubos colectores y se calentaron de nuevo los vasos para recuperar el éter. Cuando los vasos estuvieron casi libres de disolvente, se retiraron del aparato y se colocaron en una campana de extracción por unos minutos para eliminar el resto de disolvente. Finalmente se colocaron en la estufa de vacío hasta alcanzar el peso constante. La determinación se hizo por triplicado.

Cálculos:

$$\%Grasa = \frac{P_f - P_o}{m} \times 100\%$$

Donde:

P_f= peso del vaso después de la extracción, sin disolvente y con grasa extraída.

P_o= peso del vaso vacío antes de la extracción en gramos.

m= peso de la muestra seca en gramos.

10.5 Determinación de Carbohidratos Totales

Reactivos:

- Solución de fenol al 5% (p/v).
- Ácido sulfúrico concentrado 95%.
- Stock de Fructosa: 400ug/mL.

Preparación de los estándares, la muestra y la curva de calibración

- Stock de glucosa 400ug/mL, preparar 100mL y almacenar a 4°C.
- Tomar 40mg de glucosa anhidra grado analítico, disolver y ajustar a 100mL con agua destilado.
- Rotular la solución adecuadamente y mantener refrigerada.

Preparación de la muestra: Las muestras pueden ser diluidas hasta 200 veces. La preparación del blanco se hace tomando 1 mL de agua destilada.

Procedimiento:

- Tomar 1 mL de la solución del analito, el blanco y la solución estándar en tubos de ensayo.
- Adicionar 0.5mL de solución de fenol al 5%.
- Adicionar en forma rápida 2.5mL de ácido sulfúrico concentrado. Tratar de no deslizar el ácido por las paredes del tubo de ensayo.
- Llevar al vortex para mezclar y capturar algunos restos de ácido por las paredes del tubo.
- Dejar reposar por 10-15 minutos.
- Poner en un baño de agua a 30°C por 15 minutos.
- Transferir a las celdas colorimétricas.
- Leer la absorbancia a 492nm.

10.6 Determinación de Nitritos. NMX-F-543-1992. Alimentos. Determinación de Nitritos en Productos Cárnicos. Método de Prueba. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.

Reactivos

Los reactivos que a continuación se mencionan, deben de ser grado analítico, cuando se indique agua, debe entenderse agua destilada.

- Carbón vegetal
- Solución acuosa saturada de cloruro mercúrico (HgCl_2)
- Solución patrón de nitrito de sodio

Pesar 0.500 g de nitrito de sodio (NaNO_2) puro y seco, disolver en un litro de agua. Diluir 10 ml de esta solución en un litro con agua (1 ml = 0.005 mg de NaNO_2).

- Reactivo de Griess

a) Disolver 0.5 g de ácido sulfanílico ($\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$) en 30 ml de ácido acético glacial (CH_3COOH) y 120 ml de agua. Filtrar si es necesario (guardar en refrigeración).

b) Disolver 0.1 g de alfa-naftilamina ($\text{C}_{10}\text{H}_9\text{N}$) (NAFTILAMINA 1) en 120 ml de agua calentando, enfriar, agregar 30 ml de ácido acético glacial y filtrar (guardar en refrigeración). Si cualquiera de las soluciones se torna colorida, agitar con 0.5 g de zinc en polvo filtrar. Mezclar ambas soluciones y guardar en frasco ámbar.

Materiales

- Matraz volumétrico de 250 ml.
- Tubos de ensaye de 60-70 ml o tubos de Nessler de 50 ml.
- Pipetas volumétricas de 2 ml.
- Pipetas graduadas de 10 ml.
- Vasos de precipitados de 50 ml.

Aparatos e instrumentos

- Baño de agua
- Espectrofotómetro
- Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg.

Preparación de la muestra

Mediante el uso de una licuadora, homogenizar la muestra para que los resultados sean aún más representativos.

Preparación de la curva patrón

En tubos de ensaye de 60-70 ml, tubos de Nessler de 50 ml o matraz volumétrico de 50 ml medir solución patrón: 0.0, 0.1, 0.5, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10.0, 12.0, 14.0, 16.0, y 18.0 ml y llevar a 50 ml con agua, agregar 2 ml del reactivo de Griess. Mezclar perfectamente y después de 20 minutos, agitar y leer en espectrofotómetro a 520 nm. Ajustar el cero del instrumento con el blanco. Trazar la curva de concentraciones contra absorbancias o usar estos patrones para comparar.

Procedimiento

Pesar 2 g de muestra preparada como se indica en (5) en un vaso de precipitados de 50 ml y agregar aproximadamente 40 ml de agua libre de nitritos y calentada a 80°C, mezclar perfectamente con un agitador teniendo cuidado de romper todos los grumos, transferir todo el contenido a un matraz volumétrico de 250 ml, lavar el vaso y el agitador con varias porciones de agua caliente (160 ml aproximadamente).

Colocar el matraz en baño de agua de 70° a 80°C por espacio de 2 horas, agitando ocasionalmente. Agregar 5 ml de solución saturada de cloruro mercúrico y mezclar. Si hay color añadir menos de 5 g de carbón vegetal y agitar. Enfriar a temperatura ambiente, diluir a la marca con agua libre de nitritos y mezclar. Filtrar, tomar una alicuota de 50 ml que contenga de 20 a 50 g de nitritos en tubos de ensaye, agregar 2 ml de reactivo de Griess, mezclar y dejar reposar 20 minutos para desarrollar color. Este color puede leerse visualmente con su respectiva escala por comparación o bien leer su absorción en un espectrofotómetro a 520 nm, ajustando el cero del instrumento con el blanco.

Cálculos:

$$\text{ppmNaNO}_2 = \frac{L \times 5 \times 1000}{m}$$

Donde:

L = Lectura en la curva de NaNO₂ en mg.

m = Peso de la muestra, en gramos (g).

10.7 Cuestionario para la determinación del nivel de agrado

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

Edad _____

Sexo _____

Producto: **Jamón con Queso y Chile Chipotle**

Frente a usted tiene una muestra, pruébela e indique su nivel de agrado colocando una "X" en la línea de la escala que se presenta a continuación:

DUREZA

Suave

5

Duro

MASTICABILIDAD

Poco masticable

5

Muy
masticable

SENSACIÓN

HÚMEDA

Seco

5

Jugosa

SENSACIÓN GRASA

Poco grasoso

5

Muy grasoso

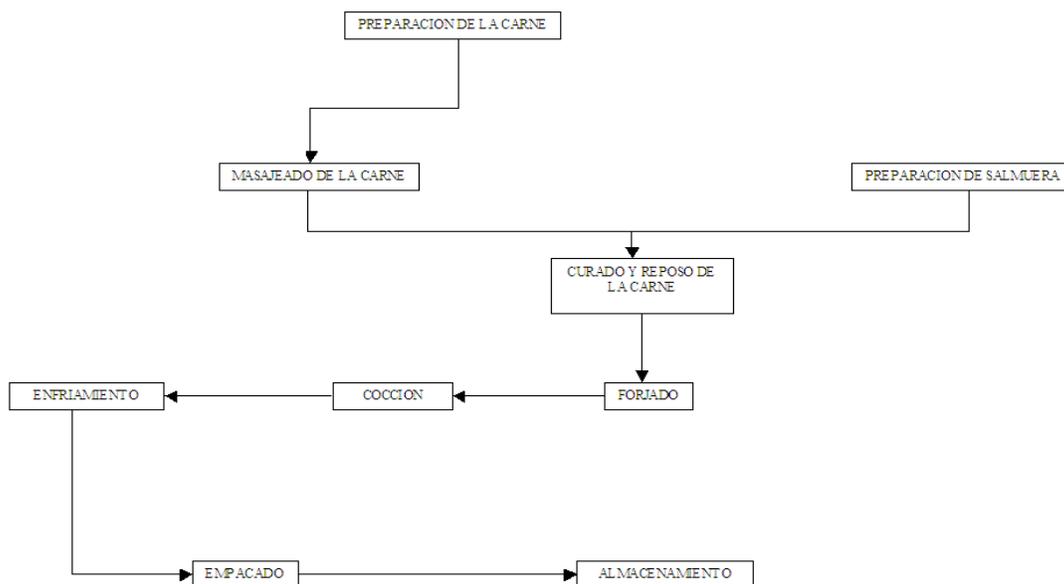
Así mismo para las características indicadas abajo, seleccione el nivel de agrado

| | Color | Aroma | Sabor | Aspecto general |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|
| Gusta muchísimo | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Gusta mucho | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Gusta moderadamente | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Gusta un poco | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Me es indiferente | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Disgusta un poco | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Disgusta moderadamente | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Disgusta mucho | _____ | _____ | _____ | _____ |
| Disgusta muchísimo | _____ | _____ | _____ | _____ |

¿Tiene alguna sugerencia para mejorar el producto?

¡Muchas gracias por su ayuda!

10.8 Diagrama de la elaboración del Jamón



10.9 Perfil de Oligosacáridos de Glucosa

La siguiente tabla de datos muestra los tiempos de retención de algunos oligosacáridos, proporcionados por la muestra JULY:

| | Tiempo de Retención | Área |
|---------------------|----------------------------|-------------|
| Glucosa | 9.04 | 178874 |
| Maltosa | 10.24 | 248248 |
| Maltotriosa | 12.24 | 279005 |
| Maltotetrosa | 14.84 | 73343 |
| Maltohexosa | 24.64 | 101670 |
| Maltoheptosa | 30.46 | 103757 |

Tabla1.- Perfil de oligosacáridos de glucosa determinados por HPLC