ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"APLICACIÓN DE GOMAS ALIMENTICIAS EN GELES DE PROTEÍNA VEGETAL PARA LA ELABORACIÓN DE SALCHICHAS TIPO FRANKFURT"

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

Presentada por:

Lidia del Rosario Nivela Vera

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2011

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis padres y a todos aquellos que de una u otra manera me ayudaron a llevar a cabo este trabajo y al Ingeniero Patricio Cáceres Director de Tesis, por su ayuda.

DEDICATORIA

A DIOS

MIS PADRES

MIS HERMANOS

A MI SOBRINO

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Gustavo Guerrero M.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Patricio Cáceres C.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Ana María Costa V.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de estaTesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Lidia del Rosario Nivela Vera

RESUMEN

Los productos cárnicos entre los cuales destacan las salchichas, gozan de gran demanda y tienen un lugar importante en la alimentación humana por su contribución proteica. Actualmente, los esfuerzos de la industria cárnica se han enfocado en la reducción de costos de estos productos, conllevando en muchos casos a utilizar materias primas de baja calidad, que proporcionan características desfavorables en la textura y sabor del producto.

El objetivo de este trabajo fue determinar la combinación ideal de gomas y proteína vegetal para la obtención de un gel con las características apropiadas para la elaboración de una salchicha.

Para ello se trabajó con diferentes concentraciones de gomas y proteína vegetal. Paralelamente a esto se realizó la caracterización del gel y análisis estadístico de las muestras, para determinar la mejor combinación.

Posteriormente, las combinaciones de gel obtenidas se emplearon en la elaboración de un producto cárnico (salchicha tipo Frankfurt).

Finalmente, se caracterizó el producto obtenido, y se estableció la formulación idónea, así como también el proceso a seguir y los costos

relacionados al mismo. Las salchichas preparadas se sometieron a un análisis sensorial para determinar la influencia de las gomas en la textura del producto.

Con la realización de este estudio se espera ofrecer una alternativa de fabricación de salchichas detallando el proceso de obtención y aplicación de geles de proteína vegetal con la adición de gomas alimenticias que mejoren significativamente la textura del producto final (salchichas tipo Frankfurt).

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN…… II
ÍNDICE GENERAL……..IV
ABREVIATURAS……..VI
SIMBOLOGÍA……..VII
ÍNDICE DE FIGURAS...……..VIII
ÍNDICE DE TABLAS……IX

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES……...1
   1.1. Productos Cárnicos……...1
      1.1.1. Definición……...1
      1.1.2. Materias Primas Utilizadas……2
      1.1.3. Elaboración de Productos Cárnicos……..11
   1.2. Geles de Proteína Vegetal……12
      1.2.1. Tipos de Proteína Vegetal……...12
      1.2.2. Aplicación en Productos Cárnicos……15
   1.3. Gomas Naturales……17
      1.3.1. Tipos y Características……17
         1.3.1.1. Carboximetilcelulosa de Sodio……18
         1.3.1.2. Goma Xanthan……..20
         1.3.1.3. Goma Guar……21
      1.3.2. Aplicación de Gomas en Productos Alimenticios….....22

CAPÍTULO 2

2. PRUEBAS EXPERIMENTALES……..24

2.1. Diseño del Experimento……25
2.2. Elaboración de Geles……31
2.3. Caracterización del Gel……..33
2.3.1. Análisis Físicos……..34
2.4. Aplicación del gel en salchichas……..…….57

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS……..…...59
3.1. Descripción de la aplicación del gel en salchichas..……....59
3.1.1. Formulación……...59
3.1.2. Proceso y diagrama de flujo……...62
3.2. Caracterización de las Salchichas……65
3.3. Análisis de Costos Directos……...80

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……87
4.1. Conclusiones……87
4.2. Recomendaciones ……..91

APÉNDICES
BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

CMC	Carboximetilcelulosa de sodio
Ph	Potencial de hidrogeno
C	Centígrados
Ho	Hipótesis nula
Ha	Hipótesis alternativa
Kg	Kilogramos
g	Gramos
P	Proteína
Aw	Actividad agua
RPM	Revoluciones por minuto
Cps	Centipoises
USD	Dólares americanos (siglas en inglés)
min	Minutos

SIMBOLOGÍA

%	Por ciento
°	Grados
α	Alfa
$	Dólares
≤	Menor o igual que
≥	Mayor o igual que
<	Menor que
>	Mayor que

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

FIGURA 1.1. Estabilidad de las emulsiones grasa-agua-soja……16
FIGURA1.2. Carboximetil celulosa de sodio……19
FIGURA 1.3. Estructura química de Goma guar……...22
FIGURA 2.1. Medias del programa Statgraphics para las muestras de geles 1:3 con 0.1% de goma……..48
FIGURA 2.2. Medias del programa Statgraphics para las muestras de geles 1:3 con 0.05% de goma……50
FIGURA2.3. Medias del programa Statgraphics para las muestras de geles 1:5 con 0.1% de goma……..53
FIGURA2.4. Medias del programa Statgraphics para las muestras de geles 1:5 con 0.05% de goma……....55
FIGURA 3.1 Proceso de Fabricación de Embutidos Tipo Frankfurt……...62
FIGURA3.2. Medias obtenidas de las muestras de geles 1:3 con 0.1% de gomas alimenticias en prueba de grado de satisfacción…74
FIGURA3.3. Análisis de medias obtenidas de geles 1:3 con 0.1% de gomas alimenticias en prueba de grado de satisfacción…75
FIGURA 3.4. Medias de las muestras evaluadas en la prueba de Comparaciones múltiples…..……79

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

TABLA 1. Diseño de experimentos Multifactorial 2^k usando Goma Xanthan……..27
TABLA 2. Diseño de experimentos Multifactorial 2^k usando Goma Guar……..….28
TABLA 3. Diseño de experimentos Multifactorial 2^k usando Carboximetilcelulosa de Sodio……..…….29
TABLA 4. Pruebas Experimentales……..31
TABLA 5. Fórmula para la preparación de geles de proteína vegetal……32
TABLA 6. Factores a tener en cuenta para mediciones de viscosidad engeles de proteína vegetal……...36
TABLA 7. Valores obtenidos en Viscosímetro Brookfield para Gel de Proteína vegetal 1:3 con 0.1% de Goma Xanthan……..36
TABLA 8. Valores obtenidos en Viscosímetro Brookfield para Gel de Proteína vegetal 1:3 con 0.1% de Carboximetilcelulosa De Sodio…….37
TABLA 9. Valores obtenidos en Viscosímetro Brookfield para Gel de Proteína vegetal 1:3 con 0.1% de Goma Guar……37
TABLA 10. Valores obtenidos en Viscosímetro Brookfield para Gel de Proteína vegetal 1:3 con 0.05% de Goma Xanthan……38
TABLA 11. Valores obtenidos en Viscosímetro Brookfield para Gel de Proteína vegetal 1:3 con 0.05% de Goma Guar……..38
TABLA 12. Valores obtenidos en Viscosímetro Brookfield para Gel de Proteína vegetal 1:3 con 0.05% de Carboximetilcelulosa de Sodio……..39
TABLA 13. Valores obtenidos en Viscosímetro Brookfield para Gel de Proteína vegetal 1:5 con 0.1% de Goma Xanthan……...39
TABLA 14. Valores obtenidos en Viscosímetro Brookfield para Gel de Proteína vegetal 1:5 con 0.1% de Goma Guar…….40
TABLA 15. Valores obtenidos en Viscosímetro Brookfield para Gel de Proteína vegetal 1:5 con 0.1% de Carboximetilcelulosa De Sodio……..……40
TABLA 16. Valores obtenidos en Viscosímetro Brookfield para Gel de Proteína vegetal 1:5 con 0.05% de Goma Xanthan…….41
TABLA 17. Valores obtenidos en Viscosímetro Brookfield para Gel de

Proteína vegetal 1:5 con 0.05% de Carboximetilcelulosa
De Sodio……..…….41
TABLA 18. Valores obtenidos en Viscosímetro Brookfield para Gel de
Proteína vegetal 1:5 con 0.05% de Goma Guar…….....42
TABLA 19. Viscosímetro Brookfield RVT y RVF……..……...43
TABLA 20. Valores obtenidos en viscosímetro Brookfield en
Centipoises…….……43
TABLA 21. Grupos de muestras sometidos a análisis estadísticos en
el programa Statgraphics Plus…….……45
TABLA 22 Análisis de la Varianza para Gel 1:3 con 0.1% de
GomasAlimenticias……...…….……47
TABLA 23 Contraste Múltiple de Rango para Gel 1:3 con 0.1% de
Gomas Alimenticias…..……..…….……..49
TABLA 24 Análisis de la Varianza para Gel 1:3 con 0.05% de
Gomas Alimenticias…...…..…….……..……...50
TABLA 25 Contraste Múltiple de Rango para Gel 1:3 con 0.05% de
Gomas Alimenticias……..……..51
TABLA 26 Análisis de la Varianza para Gel 1:5 con 0.1% de Gomas
Alimenticias……..……...……..52
TABLA 27 Contraste Múltiple de Rango para Gel 1:5 con 0.1% de
Gomas Alimenticias……..……..53
TABLA 28 Análisis de la Varianza para Gel 1:5 con 0.05% de Gomas
Alimenticias……..…….……..…54
TABLA 29 Contraste Múltiple de Rango para Gel 1:5 con 0.05% de
Gomas Alimenticias……56
TABLA 30. Fórmula utilizada para la elaboración de salchichas
Frankfurt…….……60
TABLA 31. Fórmula utilizada para la elaboración de 1 Kg. de
Salchichas tipo Frankfurt……....61
TABLA 32. Materias primas pesadas en gramos…..……61
TABLA 33. Escala hedónica utilizada para prueba de grado de
Aceptación de muestras de salchichas tipo Frankfurt…….70
TABLA 34. Muestras preparadas con geles de proteína vegetal 1:3
y 0.1% de gomas alimenticias…..……70
TABLA 35. Código de las muestras preparadas con geles de proteína vegetal 1:3 y 0.1%de gomas alimenticias para análisis sensorial……..71
TABLA 36 Análisis de la Varianza de las muestras de salchichas con

Geles 1:3 con 0.01% de Gomas Alimenticias, para medición De Grado de Satisfacción…….....73

TABLA 37 Tabla de Medias con 95,0 intervalo LSD de las muestras de salchichas con Geles 1:3 con 0.01% de Gomas Alimenticias, para medición de Grado de Satisfacción……..74

TABLA 38 Contraste Múltiple de Rangosde las muestras de salchichas con Geles 1:3 con 0.01% de Gomas Alimenticias, para medición de Grado de Satisfacción ……..76

TABLA 39. Resultados obtenidos de la comparación simultánea para muestras de salchichas con gel 1:3 y 0.1% de gomas Alimenticias……...78

TABLA 40 Análisis de la Varianza de las muestras de salchichas con Geles 1:3 y 0.1% de gomas alimenticias, en prueba de comparaciones múltiples..…..79

TABLA 41 Contraste Múltiple de Rango de las muestras de salchichas con Geles 1:3 y 0.1% de gomas alimenticias, en prueba de comparaciones múltiples ……80

TABLA 42. Costos directos de materias primas utilizadas en la Elaboración de salchichas Frankfurt……..82

TABLA 43 Costos directos de gomas alimenticias: Guar, Xanthan y Carboximetilcelulosa de Sodio…….83

TABLA 44 Costos directos por materia prima para la elaboración de 100 kg. De salchichas Frankfurt……....84

TABLA 45 Costos directos totales de materias primas para la Elaboración de 100 kg. De salchichas Frankfurt……. 85

TABLA 46 Tiempos de producción requeridos en la elaboración de Salchichas Frankfurt……..…86

TABLA 47 Costos directos totales para elaboración de 100 kg. De salchichas Frankfurt……..…87

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

La carne es comercializada en forma fresca o en forma elaborada en una gran variedad de productos cárnicos. Estos últimos son importantes en la alimentación, ya que constituyen una fuente de proteínas en la dieta humana (1). La elaboración de la carne en productos cárnicos tiene los siguientes objetivos:

- Mejorar la conservación.
- Desarrollar sabores diferentes.
- Emplear partes del animal que son difíciles de comercializar en estado fresco.

1.1. Productos Cárnicos

1.1.1. Definición

Los productos cárnicos son emulsiones o suspensiones coloidales de dos líquidos inmiscibles. Generalmente es una

dispersión de un liquido polar en un liquido apolar, el tercer componente es un agente emulsor cuya presencia es necesaria para lograr una emulsión estable (4).

Las emulsiones cárnicas pueden considerarse como dispersiones del tipo grasa en agua formadas por tejido adiposo, tejido muscular, agua, sales inorgánicas y aditivos. Se forman, cuando las proteínas de la carne se han solubilizado en disoluciones salinas, creando una matriz que encapsula los glóbulos de grasa (3).

1.1.2. Materias primas utilizadas

Las materias primas son aquellas sustancias alimenticias que intervienen en distintas formas en la elaboración de los productos cárnicos. Citando las siguientes:

Agua

Es el componente cuantitativamente más importante de los embutidos, ya que constituye el 45-55% del embutido. La cantidad exacta depende de la relación entre las porciones magra y grasa del embutido. El agua que puede agregarse a un

embutido no debe exceder más de cinco veces la cantidad de proteína de la carne. En los embutidos, mejora notablemente las características sensoriales, contribuyendo a la suavidad y jugosidad de éstos (2).

Carne

Es el tejido muscular de los animales, en la alimentación humana se utiliza en forma directa o procesada. Está constituida por agua, proteínas, grasa, sales e hidratos de carbono (7).

La calidad de la carne depende de la categoría en la cual el animal ha sido clasificado al momento de su recepción en el matadero. Después del sacrificio, se determina la calidad en tres clases, según las siguientes características:

- Primera: medias canales de animales magros.
- Segunda: medias canales de animales semigrasos.
- Tercera: medias canales de animales grasos.

Las carnes magras, contribuyen a la estabilidad de la emulsión y a las propiedades físicas de los embutidos escaldados. Las proteínas de la carne (deben encontrarse en una proporción mínima del 12%) cumplen dos funciones muy importantes en la

elaboración de embutidos: emulsionan la grasa y ligan el agua adicionada a la formulación. La carne también proporciona la mioglobina, la cual por reacción con el óxido nitroso proporciona el color característico del embutido (7).

En la elección de la carne que va a ser elaborada deben tomarse en cuenta las siguientes características:

- Color.
- Estado de maduración.
- Capacidad fijadora de agua.

El color de la carne depende de la edad del animal. Las carnes jóvenes se suelen usar en embutidos cocidos y escaldados, las carnes de mediana edad en toda clase de embutidos y las carnes viejas en embutidos curados de larga duración.

Para la elaboración de productos cárnicos se necesita carne de distintos grados de maduración. Para la preparación de embutidos escaldados y cocidos se utiliza carne sin maduración apreciable, para que el sabor particular del producto terminado se distinga mejor.

En el picado de la carne se liberan proteínas en cantidades variables, que aumentan el poder fijador del agua, como en el caso de los productos escaldados (7).

Grasa

La grasa contribuye a la jugosidad y suavidad de los embutidos. En la grasa de los animales se distingue la grasa orgánica y la grasa de los tejidos.

La grasa orgánica como la del riñón, vísceras y corazón es una grasa blanda que normalmente se funde para la obtención de manteca.

La grasa de los tejidos, como la dorsal y la de la pierna es una grasa resistente al corte. Se destina a la elaboración de productos cárnicos y a la obtención de manteca.

La grasa dorsal del tocino y la fracción de grasa de la carne se utiliza para la elaboración de embutidos. Se prefiere el uso de grasa de cerdo en lugar de la grasa de res, debido a que la primera es más blanda y se funde a temperaturas más bajas (7).

Sal

Es el ingrediente no cárnico más común, se utiliza en la elaboración de la mayoría de productos cárnicos con los siguientes fines:

- Imparte sabor al producto.
- Solubiliza las proteínas de la carne.
- Actúa como preservante.
- Mejora la coloración.
- Aumenta el poder de fijación del agua.
- Favorece la penetración de otras sustancias curantes.
- Ayuda a la emulsificación de los ingredientes.

La acción de la sal es solubilizante o hidratante, de las proteínas miofibrilares, actina y misiona (7).

Condimentos y potenciadores de sabor

El condimento es aquel alimento que confiere sabor agradable a los productos alimenticios. Para sazonar los embutidos se emplean mezclas de diferentes especias así como potenciadores de sabor (glutamato monosódico y nucleótidos aromatizantes), existen mezclas que son características de cada tipo de embutido.

Sustancias ligantes

Tienen la capacidad de retener el agua y emulsionar la grasa, pueden ser de origen animal o vegetal.

Las sustancias ligantes de origen animal, están constituidas por productos lácteos, como leche descremada en polvo, pobre en calcio, suero desecado y caseinato de sodio.

Los productos de origen vegetal, son principalmente de soya: aislado de soya, harina de soya y otros. En este caso se uso aislado de proteína vegetal que es un derivado de la soya.

Sustancias de relleno

Son sustancias que retienen varias veces su masa en agua y están representadas principalmente por harinas de cereales (trigo, cebada, maíz, yuca). La diferencia más obvia entre estas sustancias y las ligantes, reside en la capacidad de las últimas de emulsionar la grasa además de retener el agua.

Nitritos y nitratos

La utilización de nitritos y nitratos tiene importancia en el curado, debido a que interviene en el proceso de desarrollo de

color, aroma y en la inhibición microbiana. La reacción química básica del curado es la siguiente:

$$\text{Oximioglobina} + NO \xrightarrow{\text{Calor}} \text{NO-mioglobina (rojo)} \rightarrow \underset{\text{(Rosado)}}{\text{nitrosilhemocromo}}$$

Por la acción de bacterias el nitrato es reducido a óxido nitroso, que se presenta en estado gaseoso, este gas reacciona con el pigmento rojo del músculo formando una sustancia inestable de color rojo claro. Al someter la carne al calor durante el ahumado o la cocción, este color rojo se vuelve más estable (7).

Los nitratos favorecen el enrojecimiento y la conservación al desarrollar un efecto bactericida. El nitrato potásico y el nitrato sódico forman parte de las diversas sales curantes, se agregan 2.5 partes de nitrato a cada 100 partes de sal común, en cantidades elevadas confieren un sabor amargo a la carne.

Se puede acelerar el proceso añadiendo nitritos en lugar de nitratos, sin embargo, el nitrito es altamente tóxico. Para la elaboración de productos cárnicos está permitido utilizar a una concentración de 15 mg de nitrito sódico por cada 100 g. de carne.

El uso de estos aditivos está limitado y legislado en diversos países debido a que en grande cantidades no es metabolizable por el organismo, pudiendo perjudicar la salud, atribuyéndosele, por la presencia de aminas volátiles, un efecto carcinógeno.

Fosfatos

En la industria de la carne se utilizan las sales de algunos ácidos fosfóricos, debido a las siguientes características:

- Favorecen la absorción de agua, debido a que aumentan el ph de la carne y tienen acción secuestrante sobre diversos iones metálicos.
- Emulsifican la grasa
- Disminuyen las pérdidas de proteínas durante la cocción.
- Disminuyen la contracción de los productos durante el ahumado.

En algunos países no se permite el uso de fosfatos, porque pueden enmascarar defectos de elaboración, como el empleo de carnes de baja calidad y de elevadas cantidades de grasa. Normalmente se permite su utilización en proporción de 0.4% de las masas elaboradas. Los fosfatos permitidos son el

tripolifosfato de sodio, hexametafosfato de sodio, pirofosfato ácido de sodio, pirofosfato de sodio y el fosfato disódico.

Coadyuvantes del curado

Los agentes que se utilizan como coadyuvantes del curado son: el ácido ascórbico, isoascórbico, eritorbato de sodio. Estos productos retienen y mejoran el color de los embutidos curados que luego se someten a tratamientos térmicos, aceleran la reacción de curado al reducir la metamioglobina a mioglobina. Además tienen acción reductora sobre el nitrito de sodio, generando una concentración mayor de óxido nitroso. Por otro lado estos productos ayudan a la estabilización del color cuando se exponen al aire (2).

Tripas

Existen tripas naturales y artificiales, las naturales tienen diversas formas, se extraen de cerdos o reses. Entre sus ventajas poseen alta permeabilidad a los gases, humo y vapor, son comestibles, económicas y dan aspecto artesanal. Sin embargo pueden presentar defectos causados por putrefacción,

enranciamiento, desuniformidad al calibrar el embutido, menor resistencia a la rotura, presencia de parásitos, entre otros.

Las tripas artificiales, poseen características específicas para cada tipo de producto. Son altamente higiénicas, resistentes a los ataques bacterianos, ofrecen un diámetro uniforme de embutido, ausencia de olores extraños, y se pueden usar en procesos automáticos. Normalmente están hechas de celulosa, fibras membranosas y tejidos sedosos (2).

1.1.3. Elaboración de productos cárnicos

Cuando la carne es industrializada para la elaboración de productos cárnicos, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- La humedad, su contenido natural en la carne magra y en otros líquidos adicionados, deben mantenerse en un porcentaje óptimo durante el proceso.
- El contenido natural de grasa de la carne y la grasa extra que se incorpora en la formulación del producto también debe mantenerse en una proporción máxima y óptima todo el tiempo.

- Donde el producto contiene partes de tejidos conectivos más duros, estos deberán presentarse de la manera más aceptable.
- La cohesión, el producto debe mantener su integridad física (4).

1.2. Geles de Proteína Vegetal

Se define como gel a la formación de masas semisólidas que engloban agua dentro de una red o malla tridimensional formada por el establecimiento de puentes de unión entre moléculas (5).

1.2.1. Tipos de proteína vegetal

La soja se procesa para obtener tres tipos de productos ricos en proteínas: harina de soja, soja concentrada y aislado de soja.

Aislado de soja

La proteína aislada de soja es la forma comercial más purificada de la soya ya que contienen 90% o más de proteínas sobre una

base libre de humedad. Se elabora a partir de harina de soja desgrasada, a la que se elimina la mayor parte de sus componentes no-proteicos, grasas y carbohidratos. Debido a esto, tiene un sabor neutral (9).

Los aislados de soja se usan principalmente para mejorar la textura de los productos cárnicos, pero también para incrementar el contenido proteico.

La proteína aislada de soja tiene poco contenido graso cuando se compara con fuentes animales de proteína. La proteína aislada de soja pura se usa primordialmente en la industria alimentaria, suele encontrarse combinada con otros ingredientes.

Concentrado de soja

La proteína de soja concentrada contiene un 70% de proteína y es básicamente la semilla de soja sin los carbohidratos solubles en agua. Se obtiene eliminando parte de los carbohidratos (azúcares) de las semillas descascarilladas y desgrasadas (9).

La proteína de soja concentrada contiene la mayoría de la fibra presente originalmente en las semillas de soja. Se usa

ampliamente como ingrediente funcional o nutricional en una amplia variedad de productos alimenticios, principalmente en comidas precocidas, cereales de desayuno y en algunos productos cárnicos. La proteína de soja concentrada se emplea en los productos cárnicos y avícolas para incrementar la retención de agua y grasa y mejorar los valores nutricionales (más proteínas, menos grasas).

Los concentrados de proteína de soja se comercializan en diferentes formatos: gránulos, harina y polvo seco. Debido a que son muy digeribles, resultan adecuados para niños, mujeres embarazadas y en periodo de lactancia, y ancianos. También se usan en comida para mascotas, sustitutos de la leche para terneros y cerdos, e incluso para algunas aplicaciones no alimentarias.

Harinas de soja

La harina de soja se fabrica triturando semillas de soja hasta obtener un polvo fino. Se presenta en tres formas: natural o con toda la grasa (contiene aceites naturales), desgrasada (se retiran los aceites) con un 50% de contenido proteico y solubilidad en agua alta o baja, y lecitinada (se añade lecitina).

Al no tener la harina de soja gluten, los panes fermentados con levadura elaborados con ella son de textura densa (9).

1.2.2. Aplicación en productos cárnicos

En productos cárnicos las proteínas de soya promueven la absorción y retención de grasa, disminuyendo las pérdidas durante la cocción.

Representan una forma económica de reducir grasa y alcanzar o incrementar los niveles de proteína en una gran variedad de productos cárnicos.

En la elaboración de productos cárnicos se añaden como emulsiones preformadas o productos intermedios, su función es convertir el exceso de grasa porcina, recortes, etc., en una forma estable que pueda ser picada, amasada e incorporada a otros productos sin dar lugar a pérdidas significativas de grasa al calentar. La grasa libre se mantiene en una matriz soja-agua en la cual la razón del contenido de proteínas respecto al agua, determina la proporción de grasa que se puede mantener en una forma termoestable.

Una formula típica de emulsiones preformadas es:

Grasa dorsal de cerdo	50 partes
Agua	50 partes
Proteína (Aislado de soja)	6-10 partes

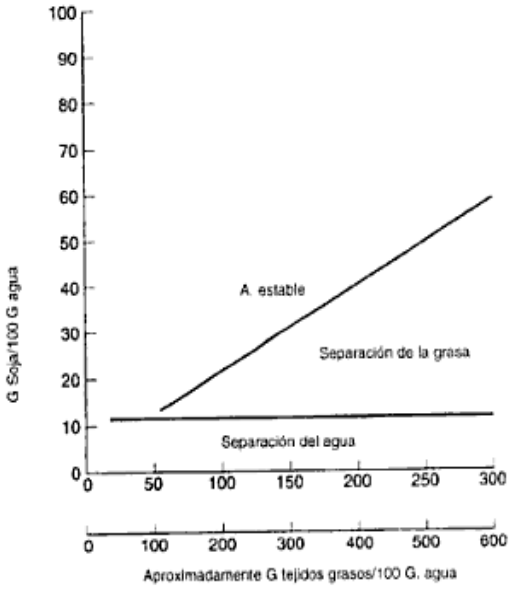

FIGURA 1.1. ESTABILIDAD DE LAS EMULSIONES GRASA-AGUA-SOJA

FUENTE: RANKEM, 1984

1.3. Gomas Naturales

Las gomas son polisacáridos de alto peso molecular que poseen propiedades coloidales. Son sustancias que son dispersables en agua fría o caliente para producir soluciones o mezclas con alta viscosidad. Debido a su naturaleza coloidal, también reciben el nombre de hidrocoloides. El término 'hidrocoloide' hace referencia a una amplia gama de polisacáridos y proteínas que, hoy en día, son ampliamente usados en varios sectores de la Industria Alimentaria para desempeñar algunas funciones tecnológicas como espesantes, agentes gelificantes, estabilizantes, etc.

Como característica principal y común se puede destacar que son moléculas altamente hidrofílicas, que actúan sobre el agua que se encuentra libre en el medio que se aplican, llegando a reducir su movilidad y aumentando así la viscosidad (8).

1.3.1. Tipos y características

Los hidrocoloides pueden clasificarse en tres grandes grupos de acuerdo a su origen: vegetal, animal, por reacción de microorganismos.

Entre las gomas de origen vegetal encontramos los exudados, gomas extraídas de plantas o frutas, semillas, tubérculos y algas.

En las gomas de origen animal hallamos la gelatina, caseínatos, proteínas de suero, entre otros.

Las gomas elaboradas por reacción de microorganismos, son xanthan, dextrano entre otras (8).

1.3.1.1. Carboximetilcelulosa de Sodio

Es un éter celulósico aniónico, el cual se produce por la reacción de la celulosa con hidróxido de sodio formando el álcali celulosa y reaccionando este con ácido monocloroacético o monocloroacetato de sodio. De esta reacción resulta una CMC entre 60 a 75% de pureza de acuerdo al proceso utilizado. Los subproductos corresponden a cloruro de sodio y glicolato de sodio más o menos en partes iguales. Sometido el anterior resultante a lavados hidroalcohólicos20/80 aprovechando la insolubilidad de la CMC en alcohol se retiran estos subproductos hasta niveles mínimos de 0.5%, si es necesario por tratarse de grados alimenticios (8).

R-celulosa=OH + NaOH + Cl-CH2-COONa

↓

R-H_2COONa + NaCL + H20

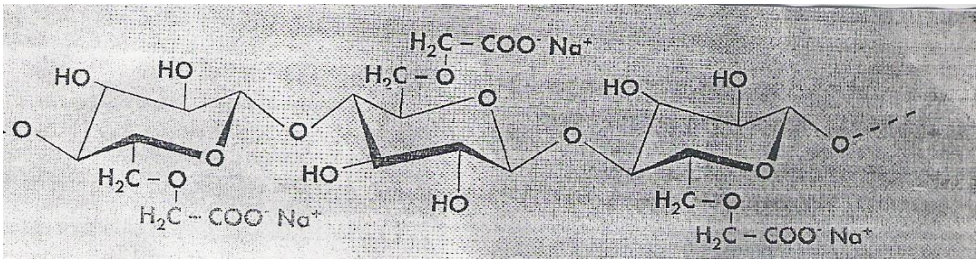

FIGURA 1.2. CARBOXIMETIL CELULOSA DE SODIO.

FUENTE: N. CUBERO, A. MONFERRER Y J. VILLALTA, 2002.

Se usa ampliamente en productos alimenticios por sus diversas funciones:

- Ligante, espesante, estabilizante de emulsiones.
- Inhibe el desarrollo de cristales de (hielo y azúcar) en heladería.
- Previene la separación (sinéresis) del agua donde hay mucho almidón presente.
- Estabiliza la espuma: Bizcochería, mejora la vida de anaquel de la bizcochería y de panadería.
- Crea un film protector.
- La carboximetilceluosa ofrece buena funcionalidad a diferentes temperaturas ya que es soluble tanto en frio como en caliente.

1.3.1.2. Goma Xanthan

Es un polisacárido lineal de alto peso molecular producido por la cepa de la bacteria *Xanthomonascampestris*, diseñado particularmente para uso en productos alimenticios, farmacéuticos y cosméticos. Este producto funciona como un coloide hidrófilo que espesa, suspende y estabiliza emulsiones y otros sistemas basados en agua (8).Por su extraordinaria combinación de propiedades su gama de aplicaciones es verdaderamente extraordinaria.

Entre las características más importantes de esta goma se encuentran su alta viscosidad y pseudoplasticidad, bajo valor calórico, su gran solubilidad en agua fría y caliente, su alta estabilidad frente a procesos de congelación/fusión, su alta resistencia a variaciones de pH y de temperatura, es compatible con la mayoría de las sales presentes en los alimentos así como con todos los estabilizadores, espesantes comerciales. Tiene un efecto espesante de características no tixotrópicas, se lo

considera también un agente de control reológico en sistemas acuosos y como estabilizante de emulsiones.

1.3.1.3. Goma Guar

Se obtiene del endospermo de la semilla de guar, planta que crece principalmente en la India y Pakistán, perteneciente a la familia de las leguminosas. Es un galactomano que consiste en una cadena de manosa ramificada con unidades de galactosa.

Se usa principalmente como agente espesante con viscosidad en función de la temperatura, puede usarse en una amplia gama de productos, ya que permanece estable en un rango de ph de 3-11. Presenta la ventaja de ser soluble en frío, al calentarse si los tratamientos térmicos son fuertes, pierde viscosidad. Es poco sensible a los efectos mecánicos y tiene buena resistencia a los ciclos de congelación – descongelación (8).

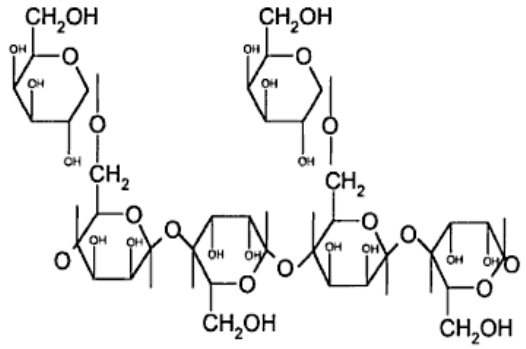

FIGURA 1.3. ESTRUCTURA QUÍMICA DE GOMA GUAR

FUENTE: N. CUBERO, A. MONFERRER Y J. VILLALTA, 2002.

1.3.2. Aplicación de gomas en productos alimenticios

Las gomas alimenticias producen un gran efecto sobre propiedades como la textura y apariencia en los productos alimenticios, contribuyendo a la aceptabilidad del mismo para su consumo.

Son principalmente usadas como espesantes y estabilizadores; resultan muy eficientes para suspensiones, emulsiones o partículas sólidas en recetas a base de agua. Son útiles en distintas áreas de la industria alimenticia tales como:

- Panadería y pastelería
- Bebidas, helados y productos lácteos
- Productos en polvo
- Emulsiones de aceite en agua

- Inhibe la degradación y alarga la vida de almacenamiento de los productos horneados y masas refrigeradas
- Jaleas: inhibe la sinéresis, evita que el relleno sea absorbido por la pasta.
- Bebidas aromatizadas de cítricos, frutas e incrementa su palatabilidad
- En productos cárnicos

CAPÍTULO 2

2. PRUEBAS EXPERIMENTALES

Con la finalidad de evaluar el efecto de las gomas alimenticias en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt se realizó pruebas experimentales, las cuales fueron determinadas mediante un diseño de experimentos. Se planteó doce formulaciones en las cuales se combina cada goma junto con el gel de proteína vegetal.

Previo a la obtención del diseño del experimento se seleccionaron las tres gomas más comunes por su uso en la industria alimenticia: goma Guar, goma Xanthan y Carboximetilcelulosa de sodio, tomando en cuenta sus propiedades de retención de agua y estabilizante.

Posteriormente, los geles de proteína vegetal obtenidos en cada prueba se usaron en la preparación de salchichas, las cuales se evaluaron

tomando como base características organolépticas tales como color, olor y textura.

2.1. Diseño del experimento

Se realizó un diseño multifactorial de dos niveles con la finalidad de evaluar la influencia de cada goma sobre el producto, se consideraron como variables las gomas alimenticias y la proteína vegetal ya que influyen directamente sobre la viscosidad, textura y apariencia del gel.

Dado que el objeto de análisis es el efecto de las gomas sobre los geles de proteína vegetal, se aplicó el diseño experimental a dos concentraciones de geles 1:3 y 1:5, es decir dos tratamientos, cada numeración es indicador de la relación proteína versus agua.

Las gomas se evaluaron a dos niveles es decir a dos concentraciones, se tomó en cuenta un rango de dosificación que se encuentre dentro de los límites permitidos de aplicación de aditivos permitidos en salchichas de acuerdo a la norma NTE INEN 1 338:96 (APÉNDICE I), dando como resultado una serie de muestras o geles de proteína vegetal que luego se sometieron a un análisis de viscosidad.

La hipótesis formulada para el diseño de experimentos, ayuda a identificar el objetivo específico, el cual es evaluar la influencia de las

gomas alimenticias en la elaboración de geles de proteína vegetal para la fabricación de salchichas tipo Frankfurt. Se tomó como hipótesis nula:

Ho: No existe influencia significativa en la adición de diferentes niveles de gomas alimenticias a los geles de proteína vegetal para elaborar salchichas tipo Frankfurt.

Y como hipótesis alternativa:

Ha: Al menos una influencia significativa en la adición de gomas alimenticias a los geles de proteína vegetal para elaborar salchichas tipo Frankfurt.

Los geles con adición de gomas se usaron en la preparación de salchichas Frankfurt, las cuales se sometieron a un análisis sensorial de grado de satisfacción y de comparación apareada simple, se aplicó luego a estas muestras un análisis de varianza de los datos recogidos por los panelistas.

Todas las pruebas presentaron condiciones comunes en cuanto a las materias primas que se usaron para la elaboración de salchichas (carne, grasa, hielo, coadyuvantes y aditivos).

Por cada preparación de gel de proteína vegetal se realizó una combinación según las variables y niveles. Siendo cada combinación una muestra que se codificó con el primer dígito de cada variable y un número que indica el nivel al que se está evaluando dicha variable, por ejemplo: La muestra P3X1 indica el gel de proteína vegetal 1:3, con goma Xanthan al 0.1%.A continuación se detallan las combinaciones realizadas:

TABLA 1.
DISEÑO DE EXPERIMENTOS MULTIFACTORIAL 2^K
USANDO GOMA XANTHAN

Variable respuesta = Viscosidad

VARIABLES	**NIVELES**	
	(-)	(+)
P	3	5
X	1	5

CX	Matriz de experimentos		Plan de experimentación	
	X	P	Proteína	Goma Xanthan
1	-	-	3	1
2	+	-	5	1
3	-	+	3	5
4	+	+	5	5

Fuente: Lidia Nivela

P: proteína vegetal

Nivel Bajo: 1:3

Nivel Alto: 1:5

X: goma Xanthan

Nivel Bajo: 0.1%

Nivel Alto: 0.05%

Plan de experimentos

CX: Corridas experimentales

1. P3X1
2. P5X1
3. P3X5
4. P5X5

Condiciones comunes:

Carne, grasa, hielo, harina de trigo, fécula de yuca, sal, tripolifosfato, sorbato de potasio, nitrito de sodio.

TABLA 2.
DISEÑO DE EXPERIMENTOS MULTIFACTORIAL 2^K
USANDO GOMA GUAR

Variable respuesta= viscosidad

VARIABLES			**NIVELES**	
			(-)	(+)
P			3	5
G			1	5
CX	Matriz de experimentos		Plan de experimentación	
	G	P	Proteína	Goma Guar
1	-	-	3	1
2	+	-	5	1
3	-	+	3	5
4	+	+	5	5

Fuente: Lidia Nivela

P: proteína vegetal

Nivel Bajo: 1:3

Nivel Alto: 1:5

G: goma guar

Nivel Bajo: 0.1%

Nivel Alto: 0.05%

Plan de experimentos

Corridas experimentales
1. P3G1
2. P5G1
3. P3G5
4. P5G5

Condiciones comunes:

Carne, grasa, hielo, harina de trigo, fécula de yuca, sal, tripolifosfato, sorbato de potasio, nitrito de sodio.

TABLA 3.

DISEÑO DE EXPERIMENTOS MULTIFACTORIAL 2^K USANDO CARBOXIMETILCELULOSA DE SODIO

Variable respuesta= viscosidad

VARIABLES			**NIVELES**	
			(-)	(+)
P			3	5
C			1	5
CX	Matriz de experimentos		Plan de experimentación	
	C	P	Proteína	Carboximetilceluosa de Sodio
1	-	-	3	1
2	+	-	5	1
3	-	+	3	5
4	+	+	5	5

Fuente: Lidia Nivela

P: proteína vegetal
Nivel Bajo: 1:3
Nivel Alto: 1:5

C: carboximetilcelulosa de sodio
Nivel Bajo: 0.1%
Nivel Alto: 0.05%

Plan de experimentos

Corridas experimentales
1. P3C1
2. P5C1
3. P3C5
4. P5C5

Condiciones comunes:

Carne, grasa, hielo, harina de trigo, fécula de yuca, sal, tripolifosfato, sorbato de potasio, nitrito de sodio.

La aplicación del diseño experimental planteó la elaboración de doce fórmulas distintas de geles de proteína vegetal, en los cuales se usará la proteína vegetal a distintas concentraciones junto con la goma, en dosificaciones diferentes, siendo todas las pruebas a realizarse las siguientes:

TABLA 4.
PRUEBAS EXPERIMENTALES

Número de pruebas	Corridas experimentales
1	P3X1
2	P5X1
3	P3X5
4	P5X5
5	P3G1
6	P5G1
7	P3G5
8	P5G5
9	P3C1
10	P5C1
11	P3C5
12	P5C5

Fuente: Lidia Nivela

Se eligió como variable respuesta la viscosidad de los geles, ya que es la característica principal en la que influye la adición de gomas.

2.2. Elaboración de geles

Los geles de proteína vegetal están formados básicamente de aislado de proteína vegetal de soya y agua, variando su formulación de acuerdo a la cantidad de agua usada.

Para la realización de las pruebas experimentales se usaron dos tipos de geles de proteína vegetal cuyas relaciones son:

- Una parte de proteína por tres partes de agua 1:3
- Una parte de proteína por cinco partes de agua 1:5

Considerando esta relación y los tres tipos de gomas objeto de estudio, se planteó el diseño experimental con doce muestras a prepararse, las cuales fueron usadas para preparar las salchichas.

Para la preparación de estas muestras se pesó primeramente las materias primas sólidas: proteína vegetal y gomas, y luego el componente líquido que es el agua.

Las formulaciones que se utilizó para la preparación de geles de proteína vegetal fueron las siguientes:

TABLA 5.
FÓRMULA PARA LA PREPARACIÓN DE GELES DE PROTEÍNA VEGETAL

1:3		**1:5**	
Proteína (P)	**23.2%**	**Proteína (P)**	**15.5%**
Agua (Aw)	**75.8%**	**Agua (Aw)**	**83.8%**

Fuente: Lidia Nivela

Luego del pesado de las materias primas, se preparó una solución de agua y goma, para evitar que se pierda producto durante la mezcla ya que la cantidad de goma usada fue mínima. La cantidad de agua usada fue la indicada en la tabla 5 para la preparación de cada gel.

Una vez preparada esta solución, se mezcló junto con la proteína, asegurando una operación adecuada con el uso de una mezcladora manual, cuidando que no haya pérdida de muestra. Se batió hasta obtener una mezcla homogénea libre de grumos y polvos no disueltos.

La mezcla se colocó en un envase adecuado para posteriormente someterse a un baño de maría, realizando controles frecuentes hasta que la muestra alcanzó los 70°C. Luego este gel se enfrió y se almacenó bajo condiciones de refrigeración.

2.3. Caracterización de geles

Una de las características más importantes de las gomas es su rango de viscosidad, debido a sus propiedades espesantes sobre los alimentos.

Cada uno de los geles se analizó técnicamente y se determinó su viscosidad, usando un viscosímetro brookfield de rotación que cuenta con siete agujas diferentes para determinar la viscosidad de una muestra.

Este equipo tiene un funcionamiento manual, y cada aguja contiene un parámetro indicador de medición que consiste en una marca que muestra el nivel mínimo al que debe llegar la muestra para evaluar su viscosidad. Teniendo en cuenta este requisito, se preparó 600 gramos de cada muestra de gel de proteína vegetal.

2.3.1. Análisis físicos.

Una vez preparados los geles de proteína, en las cantidades requeridas para evaluarse en el viscosímetro brookfield, se tuvo en cuenta los procedimientos de medición analíticos para la determinación de viscosidades con viscosímetros brookfield que consisten en:

Preparar cada muestra bajo las condiciones necesarias: cantidad 500 a 600 gramos a una temperatura de 25°C. Colocar el gel en un vaso de precipitación, y llevar al soporte del equipo.

Antes de realizar la medición de viscosidad se verificó que el equipo esté debidamente calibrado, con la aguja ajustada de manera correcta.

Una vez colocada la muestra, se procedió a la medición determinando las revoluciones por minuto a las que se va a trabajar, luego se puso a rotar el viscosímetro por un minuto y se tomó la lectura de viscosidad una vez transcurrido el tiempo establecido de rotación del viscosímetro.

Si el indicador mostraba una lectura fuera de los valores establecidos en el panel de medición, se requería un cambio de aguja, es decir que se realizaba una nueva medición con la aguja siguiente, la numeración inmediata superior.

Las mediciones se realizaron tomando en cuenta dos factores esenciales: las revoluciones por minuto (RPM) y el número de la aguja (spindle) para cada uno de los doce geles preparados, ejemplo:

TABLA 6.
FACTORES A TENER EN CUENTA PARA MEDICIONES DE VISCOSIDAD EN GELES DE PROTEÍNA VEGETAL.

Mediciones de Viscosidad en Geles	
Factores	**Definición**
RPM	**Revoluciones por minuto**
Aguja (Spindle)	**Aguja usada para medir la viscosidad**

Fuente: Lidia Nivela

El detalle de las muestras evaluadas en el viscosímetro fue el siguiente:

TABLA 7.
VALORES OBTENIDOS EN VISCOSÍMETRO BROOKFIELD PARA GEL DE PROTEÍNA VEGETAL 1:3 CON 0.1% DE GOMA XANTHAN
Gel: P3X1

N°	RPM	Aguja usada	Lectura
1	50	7	80
2		7	81

Fuente: Lidia Nivela

Condiciones comunes: cantidad y temperatura de la muestra, tiempo para determinar la lectura en el equipo.

TABLA 8.

VALORES OBTENIDOS EN VISCOSÍMETRO BROOKFIELD PARA GEL DE PROTEÍNA VEGETAL 1:3 CON 0.1% DE CARBOXIMETILCELULOSA DE SODIO

Gel: P3C1

N°	RPM	Aguja usada	Lectura
1	50	7	75
2		7	76

Fuente: Lidia Nivela

Condiciones comunes: cantidad y temperatura de la muestra, tiempo para determinar la lectura en el equipo.

TABLA 9.

VALORES OBTENIDOS EN VISCOSÍMETRO BROOKFIELD PARA GEL DE PROTEÍNA VEGETAL 1:3 CON 0.1% DE GOMA GUAR

Gel: P3G1

N°	RPM	Aguja usada	Lectura
1	50	7	77.5
2		7	77.75

Fuente: Lidia Nivela

Condiciones comunes: cantidad y temperatura de la muestra, tiempo para determinar la lectura en el equipo.

TABLA 10.

VALORES OBTENIDOS EN VISCOSÍMETRO BROOKFIELD PARA GEL DE PROTEÍNA VEGETAL 1:3 CON 0.05% DE GOMA XANTHAN

Gel: P3X5

N°	RPM	Aguja usada	Lectura
1	50	7	73
2		7	74

Fuente: Lidia Nivela

Condiciones comunes: cantidad y temperatura de la muestra, tiempo para determinar la lectura en el equipo.

TABLA 11.

VALORES OBTENIDOS EN VISCOSÍMETRO BROOKFIELD PARA GEL DE PROTEÍNA VEGETAL 1:3 CON 0.05% DE GOMA GUAR

Gel: P3G5

N°	RPM	Aguja usada	Lectura
1	50	7	70
2		7	72

Fuente: Lidia Nivela

Condiciones comunes: cantidad y temperatura de la muestra, tiempo para determinar la lectura en el equipo.

TABLA 12.

VALORES OBTENIDOS EN VISCOSÍMETRO BROOKFIELD PARA GEL DE PROTEÍNA VEGETAL 1:3 CON 0.05% DE CARBOXIMETILCELULOSA DE SODIO

Gel: P3C5

N°	RPM	Aguja usada	Lectura
1	50	7	65
2		7	66

Fuente: Lidia Nivela

Condiciones comunes: cantidad y temperatura de la muestra, tiempo para determinar la lectura en el equipo.

TABLA 13.

VALORES OBTENIDOS EN VISCOSÍMETRO BROOKFIELD PARA GEL DE PROTEÍNA VEGETAL 1:5 CON 0.1% DE GOMA XANTHAN

Gel: P5X1

N°	RPM	Aguja usada	Lectura
1	10	6	48
2		6	48.5

Fuente: Lidia Nivela

Condiciones comunes: cantidad y temperatura de la muestra, tiempo para determinar la lectura en el equipo.

TABLA 14.

VALORES OBTENIDOS EN VISCOSÍMETRO BROOKFIELD PARA GEL DE PROTEÍNA VEGETAL 1:5 CON 0.1% DE GOMA GUAR

Gel: P5G1

N°	RPM	Aguja usada	Lectura
1	10	6	42.5
2		6	43.5

Fuente: Lidia Nivela

Condiciones comunes: cantidad y temperatura de la muestra, tiempo para determinar la lectura en el equipo.

TABLA 15.

VALORES OBTENIDOS EN VISCOSÍMETRO BROOKFIELD PARA GEL DE PROTEÍNA VEGETAL 1:5 CON 0.1% DE CARBOXIMETILCELULOSA DE SODIO

Gel: P5C1

N°	RPM	Aguja usada	Lectura
1	10	6	44
2		6	44.5

Fuente: Lidia Nivela

Condiciones comunes: cantidad y temperatura de la muestra, tiempo para determinar la lectura en el equipo.

TABLA 16.

VALORES OBTENIDOS EN VISCOSÍMETRO BROOKFIELD PARA GEL DE PROTEÍNA VEGETAL 1:5 CON 0.05% DE GOMA XANTHAN

Gel: P5X5

N°	RPM	Aguja usada	Lectura
1	10	6	36
2		6	35.6

Fuente: Lidia Nivela

Condiciones comunes: cantidad y temperatura de la muestra, tiempo para determinar la lectura en el equipo.

TABLA 17.

VALORES OBTENIDOS EN VISCOSÍMETRO BROOKFIELD PARA GEL DE PROTEÍNA VEGETAL 1:5 CON 0.05% DE CARBOXIMETILELULOSA DE SODIO

Gel: P5C5

N°	RPM	Aguja usada	Lectura
1	10	6	26.5
2		6	25.6

Fuente: Lidia Nivela

Condiciones comunes: cantidad y temperatura de la muestra, tiempo para determinar la lectura en el equipo.

TABLA 18.
VALORES OBTENIDOS EN VISCOSÍMETRO BROOKFIELD PARA GEL DE PROTEÍNA VEGETAL 1:5 CON 0.05% DE GOMA GUAR

Gel: P5G5

N°	RPM	Aguja usada	Lectura
1	10	6	32.5
2		6	32

Fuente: Lidia Nivela

Condiciones comunes: cantidad y temperatura de la muestra, tiempo para determinar la lectura en el equipo.

Una vez que se obtuvieron las lecturas en el viscosímetro, éstas se llevaron a su equivalente en cps a través de una tabla de conversión en la que se consideraron el spin, las rpm y el factor. Se obtuvieron los valores con la ayuda de la siguiente tabla de conversión, ya que el valor proporcionado por el equipo se multiplica por el factor correspondiente dejándonos la viscosidad en centipoises (Cps.):

Viscosidad a 25°C= lectura del instrumento x factor (EC. 1)

TABLA 19.

VISCOSÍMETRO BROOKFIELD RVT Y RVF

RV		RV		RV		RV		RV		RV		RV	
1		2		3		4		5		6		7	
0.5	200	0.5	800	0.5	2M	0.5	4M	0.5	8M	0.5	20M	0.5	80M
1	100	1	400	1	1M	1	2M	1	4M	1	10M	1	40M
2	50	2	200	2	500	2	1M	2	2M	2	5M	2	20M
2.5	40	2.5	160	2.5	400	2.5	800	2.5	1.6M	2.5	4M	2.5	16M
4	25	4	100	4	250	4	500	4	1M	4	2.5M	4	10M
5	20	5	80	5	200	5	400	5	800	5	2M	5	8M
10	10	10	40	10	100	10	200	10	400	10	1M	10	4M
20	5	20	20	20	50	20	100	20	200	20	500	20	2M
50	2	50	8	50	20	50	40	50	80	50	200	50	800
100	1	100	4	100	10	100	20	100	40	100	100	100	400

Fuente: Manual para uso de viscosímetro Brookfield. ESPOL.

Las lecturas que proporcionó el viscosímetro Brookfield para cada uno de los geles son las siguientes:

TABLA 20.

VALORES OBTENIDOS EN VISCOSÍMETRO BROOKFIELD EN CENTIPOISES.

Gel	Valor 1	Valor 2
P3X1	**64000**	**64800**
P3C1	**60000**	**60800**
P3G1	**62000**	**62200**
P3X5	**58400**	**59200**
P3G5	**56000**	**57600**
P3C5	**52000**	**52800**
P5X1	**48000**	**48500**
P5G1	**42500**	**43500**
P5C1	**44000**	**44500**
P5X5	**36000**	**35600**
P5G5	**32500**	**32000**
P5C5	**26500**	**25500**

Fuente: Lidia Nivela

ANOVA

Los valores de viscosidad obtenidos en cada prueba se analizaron estadísticamente con el software “Statgraphics Plus para Windows 5.1” mediante la tabla de análisis de varianza (ANOVA), la cual nos indica si la hipótesis planteada previamente en el diseño experimental es rechazada o confirmada, determinando los tratamientos que tienen influencia significativa en la variable respuesta.

Para evaluar estadísticamente las muestras se evaluaron en grupos de tres, los cuales fueron determinados de acuerdo a dos variables: la formulación del gel de proteína vegetal y la dosis de goma agregada, dado que son los factores de influencia en el gel de proteína vegetal. Siendo los grupos a analizarse estadísticamente los siguientes:

TABLA 21.

GRUPOS DE MUESTRAS SOMETIDOS A ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN EL PROGRAMA STATGRAPHICS PLUS.

Geles de proteína vegetal			
Geles 1:3		Geles 1:5	
Muestra de gomas al 0.1%	Muestra de gomas al 0.05%	Muestra de gomas al 0.1%	Muestra de gomas al 0.05%
P3X1	P3X5	P5X1	P5X5
P3G1	P3G5	P5G1	P5G5
P3C1	P3C5	P5C1	P5C5

Fuente: Lidia Nivela

El procedimiento realizado en el programa compara los datos en 3 columnas. Realiza varios tests estadísticos y gráficos para comparar las muestras. El F-test en la tabla de ANOVA comprobará si hay alguna diferencia significativa entre las medias.

Mientras que la tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de cada grupo. El F-ratio, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. El p-valor del test F o nivel de significación observado es el nivel de significación más pequeño al cual Ho sería rechazada cuando se utiliza un procedimiento de prueba especificado con un conjunto de datos dado, una vez que se ha determinado el

valor P, la conclusión a un nivel particular α resulta de comparar el valor P con α, donde:

Valor P ≤ α → rechazar Ho al nivel α

Valor P > α → no rechazar Ho al nivel α

Donde el valor α es igual a 0,05 a un nivel de confianza del 95,0%.Los datos son significativos cuando Ho es rechazada, y no significativos si es aceptada (10).

El gráfico de medias muestra las medias de las 3 columnas de datos. También muestra el intervalo que incluye cada media. Los intervalos se basan en el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). Se construyen de tal manera que si dos medias son iguales, sus intervalos se solaparán 95,0% de las veces. Cualquier par de intervalos que no se superpongan verticalmente corresponde a un par de medias que tienen una diferencia estadísticamente significativa (15).

El análisis estadístico dio como resultado, lo siguiente:

- **Para el grupo de muestras de gel 1:3 con 0.1% de gomas:**

  Muestra 1: P3C1

  Muestra 2: P3G1

  Muestra 3: P3X1

TABLA22.
ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA GEL 1:3 CON 0.1% DE GOMAS ALIMENTICIAS

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	1,612 E7	2	8,06E6	36,64	0,0078
Intra grupos	660000,0	3	220000,0		
Total (Corr.)	1,678E7	5			

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

Teniendo en cuenta el P-valor obtenido es de 0,0078 y 0,0078 es ≤ a α (0,05), se rechaza Ho, determinando que si existe alguna diferencia significativa en la adición de gomas alimenticias al 0.1% en geles de proteína vegetal 1:3 para la elaboración de salchichas tipo Frankfurt.

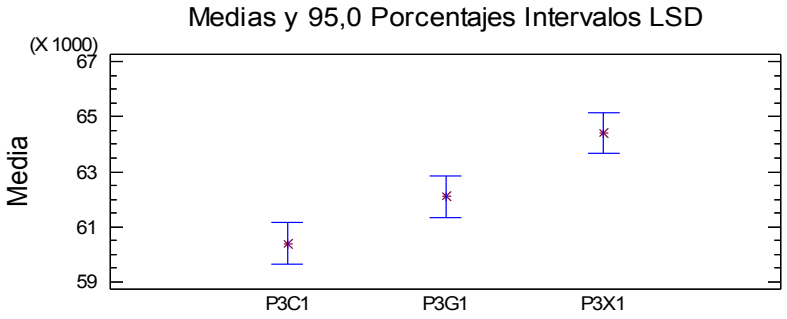

FIGURA 2.1. MEDIAS DEL PROGRAMA STATGRAPHICS PARA LAS MUESTRAS DE GELES 1:3 CON 0.1% DE GOMA.
Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

El gráfico muestra tres pares de intervalos de medias que no se superponen verticalmente, lo que corresponde a pares de medias que tienen una diferencia estadísticamente significativa.

Esto quiere decir que existe una diferencia significativa entre las gomas al 0.1% de dosificación. Lo cual podemos notar en la siguiente tabla de contraste múltiple de rango:

TABLA 23.
CONTRASTE MÚLTIPLE DE RANGO PARA GEL 1:3 CON 0.1% DE GOMAS ALIMENTICIAS

Método: 95,0 porcentaje LSD

Frec.	Media	Grupos homogéneos
P3C1	2	60400,0 X
P3G1	2	62100,0 X
P3X1	2	64400,0 X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
P3C1 - P3G1	*-1700,0	1492,7
P3C1 - P3X1	*-4000,0	1492,7
P3G1 - P3X1	*-2300,0	1492,7

* indica una diferencia significativa

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

De acuerdo a las herramientas estadísticas usadas se comprueba la existencia de diferencias significativas entre cada goma adicionada al 0.1%. Debido a las propiedades gelificantes de cada goma se puede apreciar: mayores valores de viscosidad por la goma xanthan, luego la goma guar y por último la carboximetilcelulosa.

- **Para el grupo de muestras de gel 1:3 con 0.05% de gomas.**

  Muestra 1: P3C5

  Muestra 2: P3G5

  Muestra 3: P3X5

TABLA24.
ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA GEL 1:3 CON 0.05% DE GOMAS ALIMENTICIAS

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	4, 288E7	2	2,144E7	33,50	0,0089
Intra grupos	1,92E6	3	640000,0		
Total (Corr.)	34,48E7	5			

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

Teniendo en cuenta el P-valor obtenido es de 0,0089 y 0,0089 es ≤ a α (0,05), se rechaza Ho, determinando que si existe alguna diferencia significativa en la adición de gomas alimenticias al 0.05% en geles de proteína vegetal 1:3 para la elaboración de salchichas tipo Frankfurt.

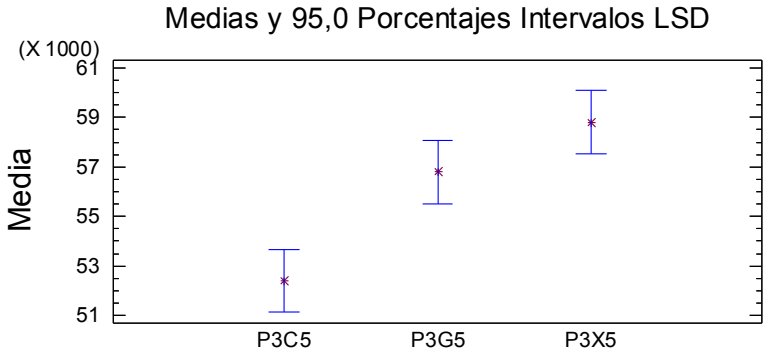

FIGURA 2.2. MEDIAS DEL PROGRAMA STATGRAPHICS PARA LAS MUESTRAS DE GELES 1:3 CON 0.05% DE GOMA.

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

El gráfico muestra tres pares de intervalos de medias que no se superponen verticalmente, es decir medias que tienen una diferencia estadísticamente significativa. Lo cual se comprueba en la tabla de contraste múltiple de rango:

TABLA 25.
CONTRASTE MÚLTIPLE DE RANGO PARA GEL 1:3 CON 0.05% DE GOMAS ALIMENTICIAS

Método: 95,0 porcentaje LSD

Frec.	Media	Grupos homogéneos
P3C5	2	52400,0 X
P3G5	2	56800,0 X
P3X5	2	58800,0 X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
P3C5 - P3G5	*-4400,0	2545,96
P3C5 - P3X5	*-6400,0	2545,96
P3G5 - P3X5	-2000,0	2545,96

* indica una diferencia significativa

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

En este caso, la goma xanthan y la goma guar muestran un comportamiento similar al adicionarse al gel, sus propiedades gelificantes arrojan valores de viscosidad sin diferencias significativas. Mientras que la carboximetilcelulosa proporciona viscosidades más bajas.

Por ende mostrando mejor comportamiento de acuerdo a sus propiedades gelificantes las gomas guar y xanthan.

- **Para el grupo de muestras de gel 1:5 con 0.1% de gomas.**

  Muestra 1: P5C1

  Muestra 2: P5G1

  Muestra 3: P5X1

TABLA 26.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA GEL 1:5 CON 0.1% DE GOMAS ALIMENTICIAS

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	3,00833 E7	2	1,50417E7	60,17	0,0038
Intra grupos	750000,0	3	250000,0		
Total (Corr.)	3,08333E7	5			

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

Teniendo en cuenta el P-valor obtenido es de 0,0038 y 0,0038 es ≤ a α (0,05), se rechaza Ho, determinando que si existe alguna diferencia significativa en la adición de gomas alimenticias al 0.1% en geles de proteína vegetal 1:5 para la elaboración de salchichas tipo Frankfurt.

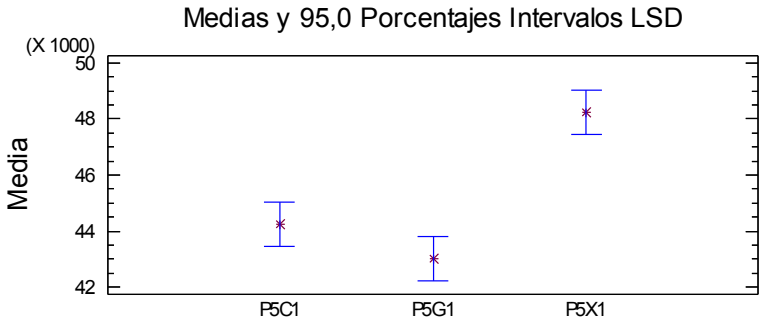

FIGURA 2.3. MEDIAS DEL PROGRAMA STATGRAPHICS PARA LAS MUESTRAS DE GELES 1:5 CON 0.1% DE GOMA.
Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

El gráfico muestra tres pares de intervalos de medias que no se superponen verticalmente, es decir que tienen una diferencia estadísticamente significativa. De acuerdo a la tabla de contraste múltiple de rango podemos notar:

TABLA 27.
CONTRASTE MÚLTIPLE DE RANGO PARA GEL 1:5 CON 0.1% DE GOMAS ALIMENTICIAS

Método: 95,0 porcentaje LSD

Frec.	Media	Grupos homogéneos	
P5G1	2	43000,0	X
P5C1	2	44250,0	X
P5X1	2	48250,0	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
P5C1 - P5G1	1250,0	1591,22
P5C1 - P5X1	*-4000,0	1591,22
P5G1 - P5X1	*-5250,0	1591,22

* indica una diferencia significativa.
Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

Al aumentar la cantidad de agua en los geles de proteína vegetal se puede notar que la capacidad de retención de agua de las gomas disminuye, siendo el caso de las gomas guar y carboximetilcelulosa, ya que proporcionaron viscosidades más bajas significativamente frente a la goma xanthan. A pesar de ello, dado que las gomas se encuentran a una concentración de 0.1% muestran gelificación y aumento en la viscosidad del gel de proteína vegetal.

- **Para el grupo de muestras de gel 1:5 con 0.05% de gomas.**

Muestra 1: P5C5

Muestra 2: P5G5

Muestra 3: P5X5

TABLA 28.
ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA GEL 1:5 CON 0.05% DE GOMAS ALIMENTICIAS

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	9,847E7	2	4,9235E7	209,51	0,0006
Intra grupos	705000,0	3	235000,0		
Total (Corr.)	9,9175E7	5			

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

Teniendo en cuenta el P-valor obtenido es de 0,0006 y 0,0006 es ≤ a α (0,05), se rechaza Ho, determinando que si existe alguna diferencia significativa en la adición de gomas alimenticias al 0.05% en geles de proteína vegetal 1:5 para la elaboración de salchichas tipo Frankfurt.

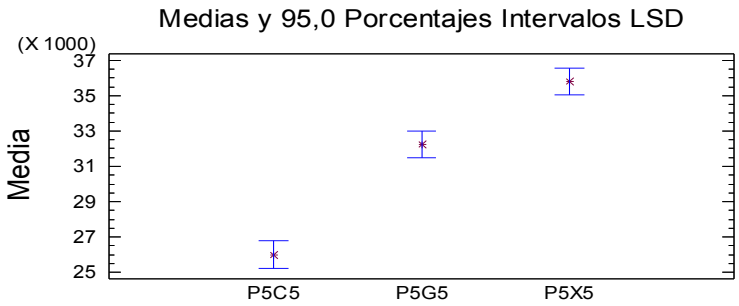

FIGURA 2.4. MEDIAS DEL PROGRAMA STATGRAPHICS PARA LAS MUESTRAS DE GELES 1:5 CON 0.05% DE GOMA.

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

El gráfico muestra tres pares de intervalos de medias que no se superponen verticalmente, lo que corresponde a pares de medias que tienen una diferencia estadísticamente significativa. Comprobándose en la tabla de contraste múltiple de rango:

TABLA 29.
CONTRASTE MÚLTIPLE DE RANGO PARA GEL 1:5 CON 0.05% DE GOMAS ALIMENTICIAS

Método: 95,0 porcentaje LSD

Frec.	Media	Grupos homogéneos
P5C5	2	26000,0 X
P5G5	2	32250,0 X
P5X5	2	35800,0 X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
P5C5 - P5G5	*-6250,0	1542,75
P5C5 - P5X5	*-9800,0	1542,75
P5G5 - P5X5	*-3550,0	1542,75

* indica una diferencia significativa.
Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

A mayores cantidades de agua en el gel, los valores de viscosidad decrecen, en este caso se trabajo con geles de proteína con cinco partes de agua y al nivel más bajo de dosificación de las gomas se obtuvieron por ende los valores de viscosidad más bajos, donde las gomas muestran diferencias significativas en sus viscosidades, siendo la goma xanthan la que muestra mejores propiedades gelificantes, la goma guar en segundo lugar y por último la carboximetilcelulosa de sodio.

Al analizar los datos podemos notar que en los cuatro grupos existe alguna diferencia significativa al agregar

diferentes niveles de gomas alimenticias en geles de proteína vegetal en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt. Teniendo en cuenta que el valor-P para contraste de hipótesis se comparó con un α=0.05 con un nivel de confianza del 95%, donde el nivel de confianza nos da la tasa de sucesos del procedimiento que se utiliza para construir un intervalo de confianza (13), es decir que proporciona la confiabilidad de obtener los mismos resultados al repetir la experimentación.

Por ello se comparó los cuatro grupos analizados, determinando que el grupo para adicionarse en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt es el correspondiente a los geles de proteína vegetal 1:3 con 0.1% de gomas alimenticias. Ya que este proporcionó los valores de viscosidad más altos, siendo la viscosidad la característica que nos indica una influencia favorable en las propiedades del gel, puesto que a mayor viscosidad incide en mejoras en la textura del producto final.

De acuerdo a estos resultados se tomaron las tres muestras correspondientes al grupo de geles de proteína vegetal 1:3 con 0.1% de gomas para elaborar las

salchichas tipo Frankfurt y luego ser sometidas a un panel de evaluación sensorial.

2.4. Aplicaciones del gel en salchichas.

Una vez que se han realizado las mediciones de viscosidad en los geles de proteína vegetal, y se analizaron estadísticamente sus datos a través del programa estadístico “Statgraphics plus”, se seleccionó las tres muestras con geles de proteína vegetal 1:3 y dosis de gomas al 0.1%,las cuales se adicionaron en la fórmula convencional para la elaboración de salchichas Frankfurt.

La previa preparación de los geles permitió establecer los valores de viscosidad de cada formulación preparada, y la aplicación de estos en las salchichas determinó los efectos de las gomas sobre el producto final.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1. Descripción de la aplicación del gel en salchichas

La formulación de los geles de proteína vegetal 1:3 elaborados con la adición de gomas al 0.1% se incorporó a la formula convencional para elaborar salchichas tipo Frankfurt detallada a continuación:

3.1.1. Formulación

Para la elaboración de salchichas tipo Frankfurt se utilizó la formulación:

TABLA 30.

FÓRMULA UTILIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE SALCHICHAS TIPO FRANKFURT.

Materia Prima	% Cantidad
Carne de res 80/20	53.5
Lonja de cerdo	2.7
Harina de trigo	2.7
Fécula de yuca	3.6
Aislado de soya	0.9
Agua Helada (2º C)	33.9
Sal	1.90
Tripolifosfato	0.49
Antioxidante (Eritorbato de sodio)	0.16
Sorbato de potasio	0.16
Nitrito de Sodio	0.03
Total	100

Fuente: Lidia Nivela

La fórmula mencionada en la tabla 19 fue llevada a su equivalente para la preparación de un kilogramo de embutido, esta cantidad se preparó para las tres combinaciones de gel seleccionadas previamente por el análisis estadístico, siendo la fórmula usada en kilogramos la siguiente:

TABLA 31.
FÓRMULA UTILIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE 1 KG. SALCHICHAS TIPO FRANKFURT.

Materia Prima	Cantidad (Kg)
Carne de res 80/20	0.54
Lonja de cerdo	0.03
Harina de trigo	0.03
Fécula de yuca	0.04
Aislado de soya	0.009
Agua Helada (2º C)	0.34
Sal	0.02
Tripolifosfato	0.005
Antioxidante	0.002
Sorbato de potasio	0.002
Nitrito de Sodio	0.0003
Total	1

Fuente: Lidia Nivela

Todos los ingredientes fueron pesados, las cantidades cuantitativamente mayores se pesaron en kilogramos mientras que las menores fueron llevadas a su equivalente en gramos, las mismas que se pueden apreciar en la siguiente tabla:

TABLA 32.
MATERIAS PRIMAS PESADAS EN GRAMOS.

Materia Prima	Cantidad (gramos)
Sal	20
Tripolifosfato	5
Antioxidante	2
Sorbato de potasio	2
Nitrito de Sodio	0.3

Fuente: Lidia Nivela

3.1.2. Proceso y diagrama de flujo

Las salchichas Frankfurt son un embutido de emulsión, se elabora de la siguiente manera:

DIAGRAMA DE FLUJO

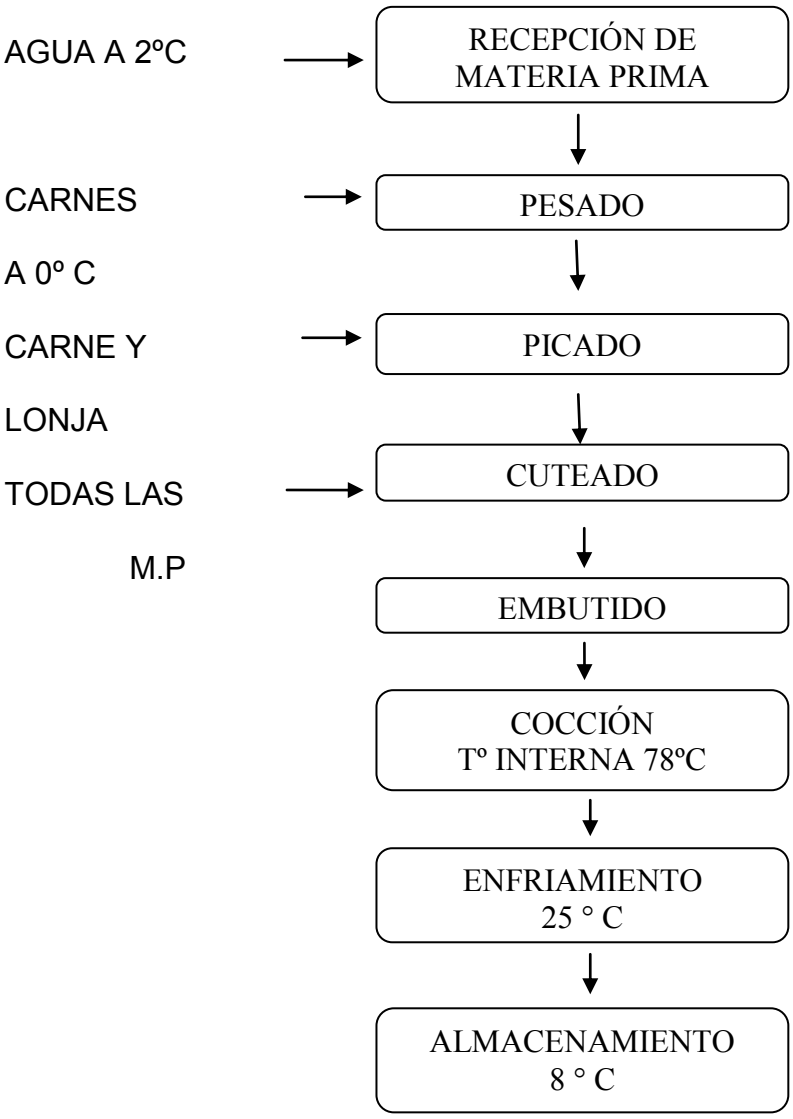

FIGURA 3.1PROCESO DE FABRICACIÓN DE EMBUTIDOS TIPO FRANKFURT

Fuente: WERNER, 2001

- RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA: debe ser revisada previo a su uso teniendo en cuenta las condiciones en las que se encuentran, los factores más importantes son temperatura, pureza, inocuidad del producto (libre de impurezas). En cuanto a la carne, ésta debe encontrarse en buen estado y a una temperatura de 0º C, el agua debe estar libre de sustancias ajenas al producto y a una temperatura de 2ºC.
- PESADO: La materia prima a usarse se pesa de acuerdo a las cantidades indicadas en la fórmula, teniendo en cuenta las unidades de cada producto.
- PICADO: Esta operación se realiza solo para la carne y lonja de cerdo, una vez que han sido pesados son finamente picados para facilitar la adhesión con el resto de los ingredientes.
- CUTEADO: Una vez que la carne y la lonja han sido trituradas son llevadas al cutter donde se agregan el agua y el resto de los ingredientes de manera simultánea, hasta que se halla formado una pasta homogénea.
- EMBUTIDO: La mezcla obtenida se embute en tripas sintéticas, las cuales se han remojado con anterioridad en agua fría (2ºC). Se debe tener en cuenta en esta etapa que

no se formen espacios de aire dentro de la tripa ya que estos afectan la apariencia del producto final y promueven el deterioro del producto por crecimiento microbiano.

- COCCIÓN: Los embutidos formados se llevan a cocción hasta que la temperatura interna del producto llegue a los 78ºC.
- ENFRIAMIENTO: Los embutidos son enfriados a través de un baño de maría hasta que alcancen una temperatura de 25°C.
- ALMACENAMIENTO: Una vez que los embutidos se encuentren a una temperatura mínima de 25ºC son refrigerados a 8°C para su preservación.

Bajo este esquema se elaboró tres fórmulas de embutidos para tres combinación de gel de proteína vegetal 1:3 con 0.1% de gomas. Durante la elaboración de cada fórmula las muestras fueron rotuladas usando el código del gel y luego almacenadas para su posterior caracterización. Se elaboró un kg de embutido para cada fórmula y se obtuvo aproximadamente de 5 -10 embutidos por cada preparación.

Los geles se agregaron en la proporción destinada para el aislado de soya que es de 0.009 kg (ver tabla 30), siendo su equivalente en gramos el de 9 gramos de gel para cada preparación.

3.2. Caracterización de las salchichas

Las salchichas obtenidas se sometieron a un análisis sensorial para evaluar el efecto y aceptabilidad de las gomas adicionadas a la fórmula, que son goma guar, goma xanthan y carboximetilcelulosa de sodio.

Se analizó la aceptación entre tres formulaciones de salchichas tipo Frankfurt, las mismas que fueron seleccionadas de acuerdo al análisis estadístico realizado en el programa “Statgraphics Plus”.

Para la realización del panel de evaluación sensorial se tomó en cuenta los atributos sensoriales que suelen valorarse en productos cárnicos. Siendo los siguientes:

Atributos visuales o de aspecto

Se valoran sobre un embutido que es cortado justo antes de su valoración. En el corte se puede apreciar el color del embutido,

además la homogeneidad de la pieza ya que no deben observarse espacios de aire o decoloraciones que desmejoren el aspecto del producto (13).

Atributos olfativos y de sabor

El procedimiento consiste en degustar un embutido recién cortado. El olor y sabor de la salchicha Frankfurt debe ser la característica a un embutido. Los atributos pueden variar en función de la formulación utilizada (13), sin embargo en este caso en particular la formulación de saborizantes, aromas y especias es la misma para todas las muestras.

El olor y sabor deben ser homogéneos (sal y saborizantes correctamente repartidos).

Atributos de textura oral

Los atributos de textura más habituales en los perfiles descriptivos de productos cárnicos son: textura, dureza, jugosidad, desmenuzabilidad, fibrosidad, gomosidad, cohesividad y elasticidad (13).

El atributo que se tomó en cuenta en el panel es la textura, ya que la misma es influenciada directamente por la adición de las gomas.

Siendo las referencias didácticas para el descriptor de textura mencionado el siguiente:

Textura: conjunto de sensaciones físico-químicas percibidas durante la manipulación y masticación de un alimento (13).
En general se busca un producto de textura consistente, cohesivo, de dureza intermedia y homogénea con olor y sabor agradable y característico del producto.

Dado que los componentes que contribuyen a la variabilidad de estos atributos son los mismos para todas las formulaciones de salchicha elaboradas, a través de la prueba se determinó cuanto le agrada o desagrada a los jueces el producto, evaluando los atributos de forma general, contando con un espacio de comentarios en los que se podía añadir sus criterios respecto a los atributos evaluados: color, olor, sabor y aspecto.

Se utilizó una escala hedónica de cinco puntos con etiquetas verbales que fue ponderada a escala numérica para su correspondiente análisis estadístico. La escala hedónica es un instrumento de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidos por un alimento a quienes lo prueban (12).

En cuanto al atributo textura, se evaluó a través de una prueba discriminativa de comparación múltiple en la que se realiza la evaluación simultanea de las muestras.

Jueces

Se seleccionó treinta jueces no entrenados (número recomendado de jueces a usarse en pruebas de medición de grado de satisfacción (12), para el análisis de grado de satisfacción de las salchichas. Los mismos que eran personas que no tenían relación con las pruebas, ni trabajaban con alimentos como investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, ni habían efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Fueron personas tomadas al azar (12). Normalmente se utilizan jueces de este tipo en análisis sensoriales con pruebas de preferencia o medición de grado de satisfacción.

Para la segunda parte del análisis se usaron quince de los jueces de la primera evaluación, a los cuales se les otorgó previamente una explicación de la evaluación a realizarse por ser un atributo de carácter discriminativo cuyo análisis es más complejo.

Prueba

Dado que se evaluaron tres muestras, con la finalidad de obtener mayor información acerca de las mismas, se utilizó la prueba de medición del grado de satisfacción para los atributos de aspecto, olor y sabor. Para la realización de esta prueba se utilizó una escala hedónica.

La escala hedónica utilizada que se usó es una escala verbal, ya que presenta una descripción verbal de la sensación que le produce la muestra a los jueces, contiene cinco puntos, siendo el punto central “ni me gusta, ni me disgusta” el mismo que tiene la calificación de cero, los puntos por encima de este poseen valores numéricos positivos, indicando que las muestras son agradables y los puntos por debajo poseen valores numéricos negativos, correspondiendo a calificaciones de disgusto.

TABLA 33.
ESCALA HEDÓNICA UTILIZADA PARA PRUEBA DE GRADO DE ACEPTACIÓN DE MUESTRAS DE SALCHICHAS TIPO FRANKFURT.

ESCALA HEDÓNICA DE 5 PUNTOS	
Descripción	Valor
Me gusta bastante	+2
Me gusta	+1
Ni me gusta ni me disgusta	0
Me disgusta	-1
Me disgusta bastante	-2

Fuente: Lidia Nivela

Las muestras a evaluarse, determinadas a través de un análisis estadístico son:

TABLA 34.
MUESTRAS PREPARADAS CON GELES DE PROTEÍNA VEGETAL 1:3 Y 0.1% DE GOMAS ALIMENTICIAS.

N°	Muestra	Abreviatura
1	Gel de proteína vegetal 1:3 con adición de 0.1% de Goma Xanthan	P3X1
2	Gel de proteína vegetal 1:3 con adición de 0.1% de Carboximetilcelulosa de Sodio	P3C1
3	Gel de proteína vegetal 1:3 con adición de 0.1% de Goma Guar	P3G1

Fuente: Lidia Nivela

Las muestras fueron rotuladas con numeraciones diferentes para evitar afectación en los resultados a través de un error de expectación, que consiste en la información previa que pueden recibir los jueces la

cual puede causar ideas erróneas acerca de las características de las muestras (12). Al rotularse las muestras para su evaluación sensorial quedaron de la siguiente manera:

TABLA 35.
CÓDIGO DE LAS MUESTRAS PREPARADAS CON GELES DE PROTEÍNA VEGETAL 1:3 Y 0.1% DE GOMAS ALIMENTICIAS, PARA ANÁLISIS SENSORIAL.

N°	Muestra	Muestra	Código
1	Gel de proteína vegetal 1:3 con adición de 0.1% de Goma Xanthan	P3X1	738
2	Gel de proteína vegetal 1:3 con adición de 0.1% de Carboximetilcelulosa de Sodio	P3C1	294
3	Gel de proteína vegetal 1:3 con adición de 0.1% de Goma Guar	P3G1	501

Fuente: Lidia Nivela

Para la evaluación del atributo de textura se utilizó la prueba de comparación múltiple. Esta prueba se realiza cuando se tienen que analizar varias muestras, donde se efectúa la comparación simultánea de las mismas. Una de las muestras se refiere como estándar o muestra de referencia. Los datos obtenidos en esta prueba se sometieron a análisis de varianza y se determinó la significancia de cada muestra.

Preparación del panel de evaluación sensorial

Los análisis se realizaron en el laboratorio de hidrocarburos de la facultad de Ingeniería Química de la Escuela Superior Politécnica del Litoral en el horario de 10H00 a 11H00 am, previo a la degustación las muestras se dio una breve introducción de conceptos a los jueces acerca de los parámetros a evaluarse.

Las muestras se sirvieron a temperatura ambiente (27°C), en porciones de 28 gramos para realizar las dos partes de la evaluación sensorial. Se tomó en cuenta las cantidades y temperaturas recomendadas para la realización de pruebas discriminativas y de medición de grado de satisfacción (12).Además se ofreció un vaso de agua para evitar afectación de resultados entre una muestra y otra.

El cuestionario que se entregó a cada juez para pruebas de medición de grado de satisfacción se encuentra en el APÉNDICE II, y el cuestionario para prueba de comparaciones múltiples en el APÉNDICE III.

Durante la evaluación de grado de satisfacción de las tres muestras de salchichas Frankfurt con adición de gomas alimenticias, se analizaron

estadísticamente los resultados a través del programa Statgraphics Plus y se obtuvo los siguientes resultados:

Muestra 1: MUESTRA 294
Muestra 2: MUESTRA 501
Muestra 3: MUESTRA 738
Este procedimiento compara los datos obtenidos de 30 observaciones realizados por los jueces para cada muestra en 3 columnas.

TABLA 36.
ANÁLISIS DE LA VARIANZADE LAS MUESTRAS DE SALCHICHAS CON GELES 1:3 Y 0.01% DE GOMAS ALIMENTICIAS, PARA MEDICIÒN DE GRADO DE SATISFACCIÒN.

Fuente	Suma de cuad	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	3,46667	2	1,73333	3,68	0,0291
Intra grupos	40,9333	87	0,470498		
Total (Corr.)	44,4	89			

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables a un nivel de confianza del 95,0%. Para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras, se utiliza el Test de Rangos Múltiples. (15)

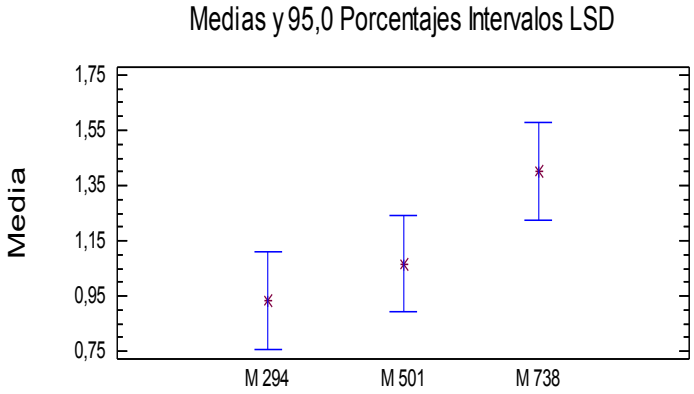

FIGURA 3.2. MEDIAS OBTENIDAS DE LAS MUESTRAS DE GELES 1:3 CON 0.1% DE GOMAS ALIMENTICIAS EN PRUEBA DE GRADO DE SATISFACCIÓN.

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

TABLA 37.
MEDIAS CON 95,0 INTERVALOS LSDDE LAS MUESTRAS DE SALCHICHAS CON GELES 1:3 Y 0.1% DE GOMAS ALIMENTICIAS, PARA MEDICIÒN DE GRADO DE SATISFACCIÒN.

		Error Estándar		
Frec.	Media	(s agrupada)	Límite inf.	Límite sup.
M 294	30	0,933333	0,125233	0,757324	1,10934
M 501	30	1,06667	0,125233	0,890658	1,24268
M 738	30	1,4	0,125233	1,22399	1,57601
Total	90	1,13333			

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

Esta tabla muestra la media para cada columna de datos. En el Test de Rangos Múltiples, estos intervalos se utilizan para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras.

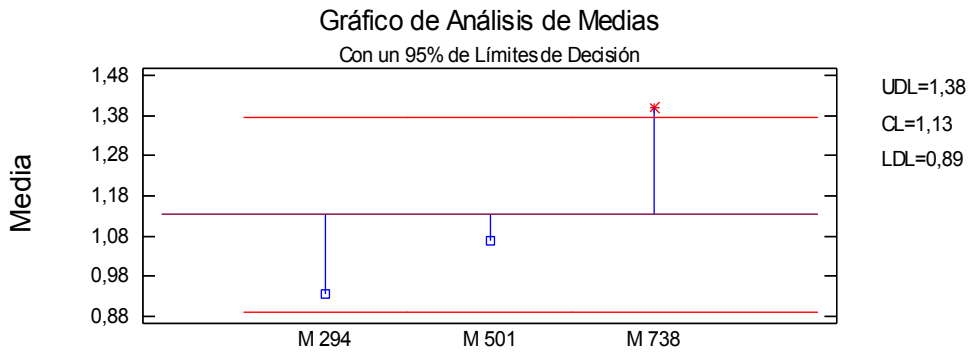

FIGURA 3.3. ANÁLISIS DE MEDIAS OBTENIDAS DE GELES 1:3 CON 0.1% DE GOMAS ALIMENTICIAS EN PRUEBA DE GRADO DE SATISFACCIÓN.

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

TABLA 38.

CONTRASTE MULTIPLE DE RANGOS DE LAS MUESTRAS DE SALCHICHAS CON GELES 1:3 Y 0.1% DE GOMAS ALIMENTICIAS, PARA MEDICIÒN DE GRADO DE SATISFACCIÒN.

Método: 95,0 porcentaje LSD

Frec.	Media	Grupos homogéneos
M 294	30	0,933333 X
M 501	30	1,06667 XX
M 738	30	1,4 X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
M 294 - M 501	-0,133333	0,352018
M 294 - M 738	*-0,466667	0,352018
M 501 - M 738	-0,333333	0,352018

* indica una diferencia significativa.

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

El asterisco que se encuentra al lado de uno de los pares, indica que éste muestra diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza 95,0%. Dentro de cada columna, los niveles que tienen signo X alineados forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas. De acuerdo al análisis estadístico realizado podemos determinar qué:

Los tres valores de medias obtenidos denotan que las tres muestras individualmente fueron del agrado de los jueces. Sin embargo no existe diferencia significativa en las muestras 294 y 501

correspondiendo a las muestras P3C1 y P3G1. Tampoco existe diferencia significativa entre las muestras 501 y 738 que corresponden a P3G1 y P3X1.Pero existe diferencia significativa entre las muestras 294 y 738 que corresponden a las muestras P3C1 y P3X1.

De acuerdo a la puntuación asignada por los jueces la muestra P3X1 mostró una media de 1,4. Mostrando mayor aceptabilidad entre los jueces. Es decir que la muestra P3X1 fue la de mayor agrado para los jueces.

Dado que las formulaciones usadas para preparar las tres muestras fueron las mismas, la diferencia significativa que representa la muestra P3X1 puede hallarse en la mejora de otras características del producto por adición de la goma.

Posteriormente se realizó una segunda evaluación sensorial, en la que el parámetro a analizarse es la textura, dado que es un factor directamente influenciado por la presencia de las gomas alimenticias.

Los resultados obtenidos en esta prueba se encuentran en la siguiente tabla, los mismos que se analizaron a través del programa Statgraphics Plus.

TABLA 39.
RESULTADOS OBTENIDOS DE LA COMPARACIÓN SIMULTÁNEA PARA MUESTRAS DE SALCHICHAS CON GEL 1:3 Y 0.1% DE GOMAS ALIMENTICIAS.

N° de observaciones	Muestra 294	Muestra 501
1	4	4
2	2	5
3	2	4
4	1	3
5	2	4
6	3	3
7	3	2
8	2	2
9	3	3
10	1	2
11	2	2
12	2	3
13	3	2
14	2	2
15	2	3

Fuente: Lidia Nivela

Los resultados obtenidos fueron analizados en el programa Statgraphics Plus dando lo siguiente:

Muestra 1: M 294

Muestra 2: M 501

TABLA 40.

ANÁLISIS DE LA VARIANZADE LAS MUESTRAS DE SALCHICHAS CON GELES 1:3 Y 0.1% DE GOMAS ALIMENTICIAS, EN PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES.

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	3,33333	1	3,33333	4,27	0,0482
Intra grupos	21,8667	28	0,780952		
Total (Corr.)	25,2	29			

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

Dado que el p-valor del test F es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 2 variables.

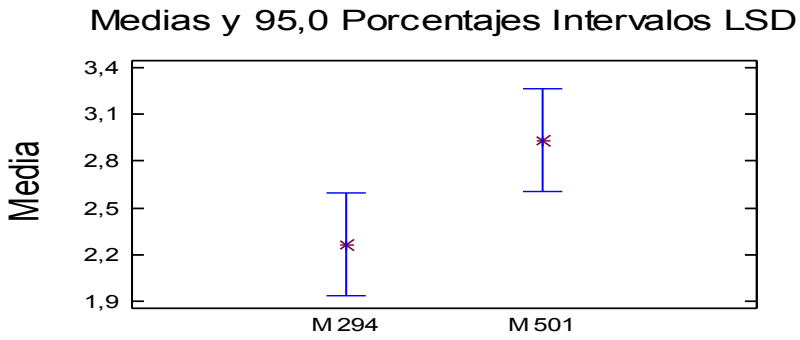

FIGURA 3.4. MEDIAS DE LAS MUESTRAS EVALUADAS EN LA PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

TABLA 41
CONTRASTE MÚLTIPLE DE RANGO DE LAS MUESTRAS DE SALCHICHAS CON GELES 1:3 Y 0.1% DE GOMAS ALIMENTICIAS, EN PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES.

Método: 95,0 porcentaje LSD

Frec.	Media	Grupos homogéneos
M 294	15	2,26667 X
M 501	15	2,93333 X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
M 294 - M 501	*-0,666667	0,660996

* indica una diferencia significativa.

Fuente: Programa Estadístico Statgraphics Plus

El contraste múltiple de rangos nos muestra que existe una diferencia significativa entre la muestra 294 que corresponde a la muestra P3C1 y la muestra 501 que corresponde a P3G1, es decir que hay diferencias en la textura de estas dos salchichas, sin embargo al compararlas frente al estándar notamos que las medias obtenidas corresponden a 2,26 para P3C1 y 2,93 para P3G1 respectivamente, lo que corresponde en la tabla evaluada a:

- Moderadamente menos textura de la muestra P3G1 frente a la muestra P3X1.
- Mucho menos textura de la muestra P3C1 frente a la muestra P3X1.

Es decir que de acuerdo al análisis estadístico hay diferencias en la textura de las salchichas con goma guar, goma xanthan y carboximetilcelulosa de sodio, sin embargo la muestra que presenta mejor textura es la muestra P3X1 que es la que tiene adicionada goma xanthan.

Por tal motivo podemos concluir que la muestra que mejora notablemente la textura de la salchicha es la P3X1 ya que se notó diferencia significativa al compararla con las otras muestras.

3.3. Análisis de costos directos.

Con la realización de análisis estadísticos y de evaluación sensorial se pudo determinar que existe una influencia significativa en la textura de la salchicha, al añadir goma xanthan a su formulación, lo que conlleva a una mejora en el producto final.

Para determinar el impacto de la adición de esta goma alimenticia dentro de la fórmula original, se realizó un análisis de costos directos comparando los valores de producción de la fórmula regular y la fórmula con adición de goma xanthan.

Para determinar cuáles son los costos directos en la producción de salchichas tipo Frankfurt se debe tener en cuenta que: un costo directo es un costo que puede ser obvio y físicamente identificado en

un segmento de análisis (14), en este caso de estudio donde el segmento de análisis es una línea de producto, entonces las materias primas y la mano de obra involucrados son los costos directos de la línea. Es decir que:

$$CD = MP \times MOD \qquad \text{(EC. 2)}$$

Donde:

CD: los costos directos.

MP: materia primas

MOD: mano de obra directa

Realizando el análisis de los costos directos comprendidos por las materias primas usadas en la elaboración de 100 kg de salchichas, obtuvimos los siguientes valores:

TABLA 42.
COSTOS DIRECTOS DE MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA ELABORACIÓN DE SALCHICHAS FRANKFURT.

Materia Prima	Costo USD (por Kg.)
Carne de res 80/20	2.40
Lonja de cerdo	2.53
Harina de trigo	2.20
Fécula de yuca	2.40
Aislado de soya	3.50
Agua Helada (2º C)	0.60
Sal	0.36
Tripolifosfato	2.50
Antioxidante	11.00
Sorbato de potasio	10.00
Nitrito de Sodio	7.00
Total	

Fuente: Lidia Nivela

También se debe tener en cuenta el costo de las gomas alimenticias, específicamente la goma xanthan, ya que ésta mostró mejoras significativamente mayores en la textura de la salchicha frente a las otras gomas, apreciando estos costos en la siguiente tabla:

TABLA 43.
COSTOS DIRECTOS DE GOMAS ALIMENTICIAS: GUAR, XANTHAN Y CARBOXIMETILCELULOSA DE SODIO.

Gomas alimenticias	Costo USD (por Kg).
Goma Guar	4.50
Goma Xanthan	9.75
Carboximetilcelulosa de Sodio	7.00

Fuente: Lidia Nivela

De acuerdo a los costos expuestos en las tablas anteriores y teniendo en cuenta las cantidades para cada materia prima referidas en la tabla XXII, se determinó los valores requeridos para la preparación de un lote de 100 kg de salchichas Frankfurt.

TABLA 44.
COSTOS DIRECTOS POR MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE 100 KG DE SALCHICHAS FRANKFURT.

Materia Prima	Cantidad (Kg.)	Costo USD
Carne de res 80/20	53.5	128.40
Lonja de cerdo	2.7	6.83
Harina de trigo	2.7	5.94
Fécula de yuca	3.6	8.64
Aislado de soya	0.9	3.15
Agua Helada (2º C)	33.9	20.34
Sal	1.90	0.68
Tripolifosfato	0.49	1.23
Antioxidante (Eritorbato de sodio)	0.16	1.76
Sorbato de potasio	0.16	1.60
Nitrito de Sodio	0.03	0.21
Total	100	178.78

Fuente: Lidia Nivela

Al adicionar goma xanthan al 0.1%, conllevaría un costo de $0.98 más en la fórmula convencional, dado que la cantidad de goma a usarse en 100 Kg. de salchicha es de 0.1 kg, obteniendo el valor de la siguiente manera:

Costo de goma xanthan = $9.75 x 0.1 Kg

Tomando en cuenta los valores obtenidos podemos decir que los costos de materias primas requeridos en la elaboración de 100 kg. de salchichas son los siguientes:

TABLA 45.
COSTOS DIRECTOS TOTALES DE MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE 100 KG DE SALCHICHAS FRANKFURT.

COSTO TOTAL PARA 100 KG. DE SALCHICHAS	FÓRMULA CONVENCIONAL	FÓRMULA CON ADICION DE GOMA XANTHAN
	178.78 USD	179.76 USD

Fuente: Lidia Nivela

Posteriormente se realizó el cálculo de los costos de mano de obra directa a partir de la siguiente fórmula:

Costo de mano de obra directa = Número de operarios x sueldo

Teniendo en cuenta que la mano de obra directa es el personal de planta que se puede identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados y se determina por la cantidad de horas-hombre que se utilizarán en cada una de las fases de producción de una unidad terminada. (14)

Es decir que el valor del sueldo se obtiene, como el equivalente del salario básico de un operario mensual para el tiempo requerido en la elaboración de los 100 kg de salchichas. Para este cálculo entonces se debe tener en cuenta los tiempos de producción y los operarios requeridos en cada parte del proceso.

TABLA 46.
TIEMPOS DE PRODUCCIÓN REQUERIDOS EN LA ELABORACIÓN DE SALCHICHAS FRANKFURT.

ETAPA DEL PROCESO	N° DE OPERARIOS	TIEMPO
Recepción y pesado de materia primas	1	20 MIN
Picado	1	20 MIN
Cuteado	1	30 MIN
Embutido	2	40 MIN
Cocción	1	40 MIN
Enfriamiento y almacenamiento	1	30 MIN

Fuente: Lidia Nivela

Si el sueldo se refiere al equivalente en horas trabajadas de un salario básico mensual que es de $320.00, para 240 horas. A través de una regla de tres se obtiene el valor a pagar para cada operario por el tiempo de producción de 100 kg de salchichas, dando como resultado:

Valor a pagar para cada operario = $4.00

Teniendo en cuenta que los operarios requeridos en la producción son siete, el valor total de mano de obra seria de $28.00.

A partir de los cálculos obtenidos se puede determinar los costos directos de producción de 100 kg de salchichas, recordando que los costos directos corresponden a los costos de materias primas junto con los costos de mano de obra cuyos valores son:

TABLA 47.
COSTOS DIRECTOS TOTALES PARA LA ELABORACIÓN DE 100 KG DE SALCHICHAS FRANKFURT.

COSTO TOTAL PARA 100 KG. DE SALCHICHAS	FÓRMULA CONVENCIONAL	FÓRMULA CON ADICIÓN DE GOMA XANTHAN
MATERIAS PRIMAS	178.78 USD	179.76 USD
MANO DE OBRA	28.00 USD	28.00 USD
TOTAL	206.78 USD	207.76 USD

Fuente: Lidia Nivela

Se puede notar que al adicionar goma xanthan en la fórmula los costos se elevan en $0.98 que representan un incremento del 0.5%. Costo que se puede justificar al notar las mejoras considerables del producto.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. Para ensayar las gomas alimenticias y determinar la fórmula definitiva se realizaron 12 pruebas. En cada una se evaluó principalmente la influencia de las tres gomas alimenticias objeto de estudio, en dos dosificaciones y en dos concentraciones de gel de proteína vegetal. Las gomas alimenticias no presentaron problemas en la preparación de los geles, ya que se disolvieron homogéneamente en los mismos.

2. Las gomas alimenticias no influyen en los atributos de olor, sabor, color. Ya que no aportan sustancias que contribuyan a la variación de estos atributos, por ello las salchichas con adición de gomas poseían color, olor y sabor apropiados al producto.

3. Las salchichas elaboradas con adición de gomas alimenticias se sometieron a evaluación sensorial para determinar el grado de satisfacción del producto. Donde el panel de evaluación sensorial, mostró que las tres muestras resultaron del agrado de los 30 jueces. Sin embargo la muestra de salchichas con adición de goma xanthan mostró mayor agrado frente a las otras muestras.

4. De acuerdo al análisis de evaluación sensorial hay diferencias en la textura de las salchichas con las tres muestras evaluadas, sin embargo la muestra que presenta mejor textura es la P3X1 que es la salchicha preparada con gel de proteína vegetal 1:3 y adicionada con 0.1% de goma xanthan, la cual mostró diferencia significativa al compararla con las otras muestras.

5. En conclusión se cumplieron los objetivos planteados de obtener la combinación ideal de gomas y proteína vegetal para la obtención de un gel con las características apropiadas para la elaboración de una salchicha, representando mejoras notables en el producto. Siendo una fórmula alternativa para la elaboración de salchichas Frankfurt.

4.2. RECOMENDACIONES

Dada la realización del presente proyecto exponemos las siguientes recomendaciones:

1. Obtener las materias primas de proveedores certificados, que garanticen su calidad e inocuidad, para evitar afectación en los resultados por daños externos al producto.

2. Verificar que la instrumentación y los equipos se encuentren en estado apropiado para su uso.

3. Realizar los procedimientos de medición, análisis y elaboración teniendo en cuenta los parámetros de temperatura, tiempo, y pasos a seguir, evitando alteración en los resultados por defectos en la ejecución de estos procedimientos.

4. Mantener las materias primas bajo condiciones adecuadas de almacenamiento hasta el momento de su uso, ya que un almacenamiento incorrecto puede alterar los resultados, por ejemplo: en el caso de las gomas alimenticias por ser sustancias higroscópicas asimilan humedad del ambiente sino están debidamente selladas, alterando así la cantidad de goma que se

añadiría ya que contendría menos producto y más agua en su composición.

5. La adición de gomas alimenticias en la elaboración de salchichas Frankfurt, representa mejoras en el producto, sin embargo la formulación usada, está sujeta a diferentes criterios de decisión desde análisis estadísticos hasta valoración de jueces a través de evaluación sensorial de los atributos del producto. Para profundizar mejoras en la aplicación de gomas alimenticias al elaborar salchichas se pueden realizar otros análisis al producto.