

**Efecto de dos concentraciones de fosfato, de
grasa y la adición de inulina sobre las
propiedades físicas y sensoriales de una
salchicha de pollo reducida en sal**

**Alejandra María Mencía Guevara
Diego José Bolaños Fuentes**

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Efecto de dos concentraciones de fosfato, de
grasa y la adición de inulina sobre las
propiedades físicas y sensoriales de una
salchicha de pollo reducida en sal**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Alejandra María Mencía Guevara
Diego José Bolaños Fuentes**

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

Efecto de dos concentraciones de fosfato, de grasa y la adición de inulina sobre las propiedades físicas y sensoriales de una salchicha de pollo reducida en sal

Presentado por:

Alejandra María Mencía Guevara
Diego José Bolaños Fuentes

Aprobado:

Adela M. Acosta, D.C.T.A.
Asesora principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria Alimentaria

Flor de María Nuñez, M.Sc.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Bolaños, D.; Mencía, A. 2010. Efecto de dos concentraciones de fosfato, de grasa y la adición de inulina sobre las propiedades físicas y sensoriales de una salchicha de pollo reducida en sal. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería de Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 39 p.

La demanda de productos cárnicos saludables ha incrementado debido a la preocupación de los consumidores por su bienestar y estado nutricional. La elaboración de productos saludables aumenta la competitividad de la empresa debido a la mayor preferencia por parte del consumidor. Con el fin de brindar al consumidor un producto con mayores beneficios se evaluó el efecto de dos concentraciones de tripolifosfato (0.5 y 0.25 %), de grasa (26 y 18 %) y la adición de inulina (0 y 2 %), en una salchicha frankfurter reducida en sal (1.5 %), en sus características físicas y sensoriales. Se realizó un Diseño de Bloques al Azar (BCA) con nueve tratamientos y tres repeticiones, con medidas repetidas en el tiempo para los días 1, 14 y 28 después de elaboradas las frankfurter para un total de 81 unidades experimentales. Para datos estadísticos se realizó un análisis de varianza con una separación de medias Tukey y LSmeans, con una probabilidad de 95% ($P < 0.05$). El análisis de pH presentó cambios significativos a través del tiempo al igual que los resultados de purga. A nivel de grasa de 26 % la adición de inulina no tiene un efecto sobre la purga a las concentraciones de tripolifosfato estudiadas. Las concentraciones de 0.25-0.50 % de tripolifosfato no influenciaron los valores de pH en la salchicha de pollo con un nivel de 26 % grasa. Al reducir la concentración de tripolifosfato al 0.25 %, con grasa a 26 %, demostró necesario la adición de inulina para mantener el mismo rendimiento que los demás tratamientos. La reducción de grasa no afectó los rendimientos de cocción. La reducción de sal al 1.5 % no tuvo efectos sobre las propiedades evaluadas de pH, purga y rendimiento de cocción. De acuerdo al análisis de preferencia los consumidores prefirieron el tratamiento que contenía 2 % de inulina, una concentración de tripolifosfato del 0.5 % y un nivel de grasa reducida de 18 % en comparación al control.

Palabras clave: Frankfurter, fructooligosacárido, pH, purga.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA	3
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
5 CONCLUSIONES.....	31
6 RECOMENDACIONES	32
7 LITERATURA CITADA.....	33
8 ANEXOS	36

ÍNDICE DE CUADROS FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Formulación de salchicha frankfurter de pollo*. Fase I (26 % grasa) y Fase II (18 % grasa).....	7
2. Descripción de diferentes tratamientos de las salchichas frankfurter*.....	8
3. Descripción de los tratamientos dentro de cada bloque.....	11
4. Porcentaje de pérdida de peso (purga).....	16
5. Resultados análisis de pH.....	19
6. Resultados del estudio 1, tratamientos con inulina alta, para el atributo color.....	20
7. Resultados del estudio 1, tratamientos con inulina alta, para el atributo aceptación general.....	20
8. Resultados del estudio 2, tratamientos sin inulina, para el atributo sabor.....	21
9. Resultados del estudio 2, tratamientos sin inulina, para el atributo aceptación general.....	22
10. Resultados del estudio 2, tratamientos sin inulina, para el atributo color.....	22
11. Resultados del estudio 2, tratamientos sin inulina, para el atributo aroma.....	23
12. Resultados del estudio 2, tratamientos sin inulina, para el atributo textura.....	23
13. Resultados del estudio 3, tratamientos con tripolifosfato 0.5 %, para el atributo aroma.....	24
14. Resultados del estudio 3, tratamientos con tripolifosfato 0.5 %, para el atributo textura.....	24
15. Resultados del estudio 4, tratamientos con tripolifosfato 0.25 %, para el atributo color.....	25
16. Resultados del estudio 4, tratamientos con tripolifosfato 0.25 %, para el atributo aceptación general.....	26
17. Cuadro de distribución binomial para 100 panelistas.....	26
18. Resultado de análisis sensorial de preferencia.....	26
19. Resultados análisis de textura.-Fuerza de corte (N).....	27
20. Resultados microbiológicos aerobios mesófilos y coliformes totales del día 28.....	28
21. Resultados de rendimiento de cocción.....	28
22. Costos frankfurter de pollo Zamorano.....	29
23. Costos frankfurter de pollo reducida en grasa, 0.50% de tripolifosfato y 2 % de inulina.....	30
24. Análisis de correlación entre pH y purga, a través del tiempo.....	38
25. Análisis de correlación entre purga y rendimiento de cocción, a través del tiempo.....	38

26. Análisis de correlación purga y fuerza de corte, al día 28.....	39
---	----

Figura	Página
--------	--------

1. Flujo de proceso de elaboración de frankfurter de pollo Zamorano.	9
2. Efecto de dos niveles de tripolifosfato y grasa normal sobre la purga en el día 1, 14 y 28 en las frankfurter con presencia y ausencia de inulina.	17
3. Efecto de dos niveles de tripolifosfato y grasa reducida sobre la purga en el día 1, 14 y 28 en las frankfurter con presencia y ausencia de inulina.	18

Anexo	Página
-------	--------

1. Hoja de evaluación sensorial	36
2. Análisis sensorial de preferencia.	37
3. Análisis de correlación	38

1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de mejores productos, altos rendimientos y optimización de materia prima ha hecho fundamental el debido uso de los ingredientes en la formulación de un producto (Miranda 2007). Actualmente la demanda del consumidor por productos alimenticios con un balance nutricional ha ido aumentando (Jánváry 2009).

Los productos cárnicos saludables están permanentemente relacionados con productos bajos en grasa. Los productos cárnicos que tienen el nivel de grasa normal o estándar proporcionan al cliente la sensación al paladar que desea. Uno de los cambios más comunes que se realizan con el contenido de grasa para reducirlo es el intercambio de componentes ricos en grasa por carne más magra. Sin embargo, ese cambio tiene un impacto en las características sensoriales del producto y se pierde esa sensación en el paladar así como ocurre un incremento en su costo. Debido a esto se requiere de nuevas técnicas para la producción de alimentos llenos de sabor, saludables y con un contenido de grasa menor del 10 % (Jánváry 2009).

El contenido normal de grasa en un producto cárnico embutido emulsificado va de un 15 % a un 30 % del peso final. Es de suma importancia en las emulsiones cárnicas ya que es la grasa la que se mezclará con las proteínas de la carne para formar una pasta.

La exigencia de dietas con un bajo contenido de sodio ha creado un nuevo segmento de mercado dirigido hacia personas que padecen de enfermedades como la hipertensión, problemas cardiovasculares, retención de líquidos, entre otros; por lo que hoy en día el procesamiento de productos bajos en sodio ha aumentado. A pesar de que la carne fresca tenga un contenido de sodio bajo algunos productos cárnicos procesados contienen altos contenidos de sodio como lo son el tocino y los embutidos.

El uso de fosfatos en el procesamiento de carnes es indispensable y, por ende, su funcionalidad es determinante en la calidad final de los embutidos. Puesto que los fosfatos son ingredientes multifuncionales, es necesario conocer las propiedades que poseen para hacer una elección adecuada de los mismos según el proceso requerido (Miranda 2007).

El propósito de este estudio fue investigar el efecto de dos concentraciones de fosfato, dos niveles de grasa y la adición de inulina de una salchicha de pollo reducida en sal sobre las propiedades físicas evaluadas de purga, rendimiento de cocción y fuerza de corte, químicas como pH y atributos sensoriales de aroma, color, sabor, textura y aceptación general.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de dos concentraciones de tripolifosfato, de grasa y la adición de inulina sobre las propiedades físicas y sensoriales de una salchicha de pollo reducida en sal.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar análisis de fuerza de corte de la salchicha frankfurter de pollo reducida en sal al día 28.
- Evaluar pH y purga de las salchichas frankfurter de pollo, a los 1, 14 y 28 días.
- Evaluar el rendimiento de cocción de la salchicha frankfurter de pollo.
- Realizar análisis sensorial de aceptación de la salchicha frankfurter de pollo, a los 1, 14 y 28 días.
- Efectuar análisis microbiológicos de aerobios mesófilos y coliformes de todos los tratamientos al día 28.
- Realizar análisis sensorial de preferencia para el mejor en comparación al control.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 DEFINICIÓN

La salchicha frankfurter es un producto cocido, ahumado, ligado y libre de piel. Tiene una superficie exterior lisa, libre de grietas o fisuras con un diámetro y longitud uniforme, ésta última oscila entre 5 a 6 pulgadas. Los componentes cárnicos deben ser finamente picados. Su superficie interna debe poseer una textura lisa y fina; el color debe ser rojo oscuro a rojo marrón oscuro (IMPS 1992).

2.2 INULINA COMO SUSTITUTO DE GRASA

La inulina es el nombre común de un fructooligosacárido que contiene un grado de polimerización de hasta sesenta monómeros de fructosa unidas por un enlace glucosídico β -2-1. La inulina ha demostrado muchos beneficios para la salud. Entre las principales fuentes dietéticas en las que se encuentra la inulina podemos mencionar la alcachofa Jerusalén y la Achicoria, las raíces de esta última contienen hasta un 70 % de inulina en base a materia seca (Gibson y Roberfroid, 1995).

La grasa es uno de los ingredientes más importantes en la fabricación de embutidos, ya que imparte características sensoriales deseables como apariencia, sensación al paladar y sabor. Cuando se reduce la grasa en los productos da como resultado alimentos más firmes, elásticos y menos jugosos; por lo que el sustituto de grasa tiene el deber de brindar estas propiedades que originalmente da la grasa. Existen varias fibras dietéticas como la inulina que mantiene estas características sin afectar organolépticamente las características del producto final (Homer et al. 2000).

La inulina utilizada Orafti TM Beneo GR tiene un efecto prebiótico ya que esta se fermenta en el colon promoviendo el crecimiento y reproducción de las bifidobacterias que se encuentran allí. De igual manera promueve la flora intestinal natural proporcionando nutrientes para las bacterias benéficas existentes. La adición de inulina Orafti TM Beneo GR a salchichas frankfurter reducidas en grasa no difiere en cuanto al sabor y textura de los productos tradicionales con un mayor contenido de grasa (Beneo Orafti 2008).

El uso de inulina en salchichas hechas de hígado como en el paté brinda una mejor textura cremosa y capacidad unttable. Se ha demostrado efectos positivos en el uso de inulina para la fabricación de salami, no afectando su estructura y produciendo un salami muy sabroso con tan solo 12 % de grasa.

El uso de inulina se extiende a un amplio rango de productos cárnicos entre los principales embutidos cocidos y productos reestructurados (Jánváry 2009).

2.3 USO Y FUNCIONES DEL FOSFATO

Las propiedades de los fosfatos han permitido su utilización en casi todos los alimentos. Dentro de estas propiedades están el aumento en retención de agua ya que incrementa el pH del músculo *post-rigor*. La mayoría de los fosfatos aumentan el pH de la carne, sin embargo la relación entre la presencia de fosfatos y la capacidad de retención de agua varía con los diferentes fosfatos. Entre los fosfatos inorgánicos aprobados por el USDA/FSIS para el uso productos cárnicos encontramos el tripolifosfato mono, di y tri sódico, el hexametáfosfato de sodio, el tripolifosfato mono, di y tri potasio; el tripolifosfato de sodio que es muy utilizado en productos cárnicos por su alta capacidad de retención de agua y aumento de pH (Knipe 2004). Una acción que realizan los fosfatos es la elevación del pH y la fuerza iónica, así como un intercambio específico con la proteína muscular fibrilar. Estos favorecen el proceso de emulsión, ya que estimulan la dispersión molecular (Fisher et al. 1994).

El uso de fosfatos protegen la emulsión de los productos de los efectos en variaciones en temperatura, cocción y así mismo se vuelven muy valiosos en la producción de productos cárnicos bajos en sodio (Knipe 2004). Los fosfatos por su naturaleza tienen una acción conservadora, especialmente los polifosfatos impiden o retrasan el proceso de oxidación de las grasas insaturadas de los sistemas alimentarios y atacan contra el crecimiento de muchos microorganismos presentes. Esta propiedad se debe a la fijación de iones metálicos o polielectrolitos necesarios para la oxidación de las grasas o para el crecimiento y desarrollo de los microorganismos (Fisher et al. 1994).

El uso de tripolifosfato de sodio en productos bajos en sodio se encuentra en concentraciones que van desde 0.15 a 0.5 %. Entre los productos a los cuales se les puede aplicar concentraciones más bajas de tripolifosfato de sodio se encuentran las hamburguesas, nuggets, croquetas, chorizos, salami cocido y embutidos similares, salchichas y carnes frías (Miranda 2007). Según Knipe (2004), el uso de fosfatos en niveles más bajos de los recomendados (ej., 0.3 %), sólo en el caso de la adición de el pirotripolifosfato tetrapotásico se ha notado un gusto no deseado por parte del consumidor en productos emulsionados.

2.4 REDUCCIÓN DE SODIO

La reducción del 1 % de sal (NaCl) en productos cárnicos disminuye la capacidad de retención de agua, así mismo el aumento de la concentración de sal incrementará la cohesividad en las salchichas ahumadas. La disponibilidad de proteína soluble dependerá de los niveles de sal que sean agregados, de igual manera afecta la unión de agua, intensidad de sabor y jugosidad (Matilus et al. 1995).

La adición de sal realiza un efecto en la fuerza iónica, lo que significa que el ión cloruro causa una repulsión electrostática en las proteínas del músculo lo que hace que se ligue más agua o esta quede atrapada dentro de las fibras o células del músculo (Knipe 2004) por lo que a menor cantidad de sal que agregemos existirá más purga.

Algunas evaluaciones físicas de las características de textura han indicado que la reducción de sal resulta en menores valores de dureza, fuerza de compresión, gomosidad y elasticidad (Totosaus 2007). Hand et al. 1987, han reportado que salchichas bajas en grasa que contienen 1.5 % de sal (NaCl) tienen una textura más suave que aquellas que poseen más del 2 % de cloruro de sodio (2-2.5 %).

2.5 REQUERIMIENTOS

2.5.1 Reducido en grasa y sodio

De acuerdo al Código de Regulaciones Federales Título 21 en la sub-parte D de los requerimientos específicos de nutrientes de la Administración de Alimentos y Fármacos de Estados Unidos de América (FDA, por sus siglas en inglés, 2008) indica que la terminología “reducido en grasa” el alimento debe de contener al menos el 25 % menos grasa por 100 gramos del alimento.

Si el nivel de sodio se reduce por lo menos un 25 % de la cantidad de referencia habitualmente consumida (RACC) se deberá de declarar como “reducido o menos sodio” y no como “bajo en sodio” (FDA 2008).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto consistió en la formulación de una salchicha frankfurter de pollo reducida en sal a dos niveles de grasa, dos concentraciones de tripolifosfato y la adición de inulina OraftiTM Beneo GR. El estudio se dividió en dos fases, la primer fase consistió en salchichas frankfurter con un contenido del 26 % de grasa, la segunda fase con una reducción del 30 % de grasa de la formulación original lo que resultó el 18 % de grasa. Para esto fue necesaria la modificación de la formulación de la salchicha frankfurter de pollo que originalmente se produce en la planta de cárnicos de Zamorano. Se realizaron nueve tratamientos incluyendo el control, siendo este último la formulación original utilizada. Se efectuaron tres repeticiones por cada tratamiento en semanas diferentes. Se analizó la vida de anaquel del producto tomando en cuenta propiedades físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales a través del tiempo los días 1,14 y 28. Entre estas características se evaluó pH, rendimiento de cocción, purga, textura (fuerza de corte).

Se realizó un análisis afectivo para obtener el grado de aceptación de atributos como color, olor, sabor, textura, sensación al paladar y aceptación general; y una análisis de preferencia para el mejor de los tratamientos según propiedades físicas en comparación al control. Se realizó un análisis microbiológico de aerobios totales y coliformes totales a cada uno de los tratamientos en el día 28.

3.1 UBICACIÓN

La elaboración de las salchichas frankfurter de pollo se llevó a cabo en la planta de cárnicos de Zamorano; la evaluación sensorial fue realizada en el Laboratorio de Análisis Sensorial de Zamorano; los análisis físicos de textura se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), los análisis químicos de pH se realizaron en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID) y los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de la Planta de Lácteos. Todos los centros antes mencionados pertenecen a la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano y están ubicados en el Valle del Yeguare, 30 km al este de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

3.2 INGREDIENTES

Para la elaboración de la salchicha frankfurter de pollo se utilizaron los siguientes ingredientes:

- Carne de pollo mecánicamente deshuesada (CDM)
- Recortes de res 60/40

- Recortes de cerdo 50/50
- Hielo
- Sal común (NaCl)
- Tripolisfosfato de sodio
- Nitrito de sodio
- Eritorbato de sodio
- Lactato de sodio
- Inulina Orafti™ Beneo GR
- Especias
- Funda TEEPAK 21 (Colágeno)

3.3 FORMULACIÓN

Los tratamientos se realizaron con un contenido bajo en sal (1.5 %), exceptuando el control (TRT1) que contiene 2 % de sal. El estudio se dividió en dos fases, la primer fase consistió en salchichas frankfurter con un contenido del 26 % de grasa, la segunda fase con una reducción del 30 % de grasa de la formulación original lo que resultó el 18 % de grasa y puede ser catalogada como “reducido en grasa” (FDA 2008). Ambas fases con la interacción de diferentes concentraciones de tripolisfosfato de sodio y la presencia o ausencia de inulina Orafti™ Beneo GR.

Se utilizaron 1.36 kg para cada tratamiento, para un total de 9 tratamientos, por 3 repeticiones. En el cuadro 1 se muestra la formulación para la elaboración de la salchicha frankfurter de pollo para una base de 45.45 kg de ambas fases.

Cuadro 1. Formulación de salchicha frankfurter de pollo*. Fase I (26 % grasa) y Fase II (18 % grasa).

Ingredientes	Formulación Original Cantidad (kg)	Fase I Cantidad (kg)	Fase II Cantidad (kg)
CDM	27.2	27.2	31.8
Recortes de cerdo 5/95	6.40	6.40	1.72
Hielo	6.40	6.40	6.40
Recortes de res 60/40	4.50	4.50	4.50
Lactato de sodio	1.14	1.14	1.14
Sal yodada	0.90	0.68	0.68
Inulina Orafti™ Beneo GR		0.90	0.90
Especias	0.47	0.47	0.47
Tripolisfosfato de sodio	0.22	0.22	0.22
Nitrito de sodio	0.11	0.11	0.11
Eritorbato de sodio	0.02	0.02	0.02

*Fuente: Planta de Cárnicos Zamorano.

3.4 EQUIPO

Para la elaboración de la salchicha frankfurter se utilizó el siguiente equipo:

- Balanza electrónica, marca Yamato, Modelo DP-8100
- Balanza de precisión, marca UWE OM Series, modelo OM-6000
- Cortadora silenciosa, marca Hobart, modelo 84145
- Molino de carne, marca Hobart, modelo 4146
- Embudidora marca Koch, modelo Frey Konti C120
- Horno ahumador marca Koch Aditec MIC 1000
- Empacadora al vacío, marca Koch. Ultravac modelo: UV-2100

Para los análisis físicos y químicos se utilizó el siguiente equipo:

- Instron 4444® con acople Warner-Bratzler Meat Shear
- Balanza de precisión Acculab VI-10 kg
- Blender/ Food processor marca Cuisinart, Smart Power Duet
- pH Meter, marca HM Digital. Modelo pH-200

3.5 TRATAMIENTOS

Los tratamientos consistieron en la interacción de dos concentraciones de tripolifosfato de sodio, presencia o ausencia de inulina en salchichas bajas en sodio, dividiendo el estudio en dos fases con dos niveles de grasa diferentes. Los tratamientos constaron de 1.36 kg de emulsión cárnica, cada uno con tres repeticiones en diferentes semanas y se tomaron medidas repetidas a través del tiempo los días 1, 14 y 28. En el Cuadro 2 se muestra detalladamente cada tratamiento.

Cuadro 2. Descripción de diferentes tratamientos de las salchichas frankfurter*.

Ingredientes	TRT 1	TRT 2 F0.5- Ci-Gr	TRT 3 F0.5- Si-Gr	TRT 4 F0.25- Ci-Gr	TRT 5 F0.25- Si-Gr	TRT 6 F0.5- Ci-Gn	TRT 7 F0.5- Si-Gn	TRT 8 F0.25- Ci-Gn	TRT 9 F0.25- Si-Gn
Tripolifosfato de sodio	0.5%	0.5%	0.5%	0.25%	0.25%	0.5%	0.5%	0.25%	0.25%
Grasa	26%	18%	18%	18%	18%	26%	26%	26%	26%
Inulina	0%	2%	0%	2%	0%	2%	0%	2%	0%
Sal común	2%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%

* TRT 1= Control (0.5F-Gn-SI), F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida

3.6 METODOLOGÍA

3.6.1 Flujo de proceso

Para la elaboración de cada uno de los tratamientos en cada repetición realizada se utilizó el mismo procedimiento para la fabricación de la salchicha frankfurter de pollo Zamorano (Figura 1). Los cambios realizados se basaron en una concentración más baja de tripolifosfato de sodio (0.25 %), la reducción de grasa al 18 % y la presencia o ausencia de inulina.

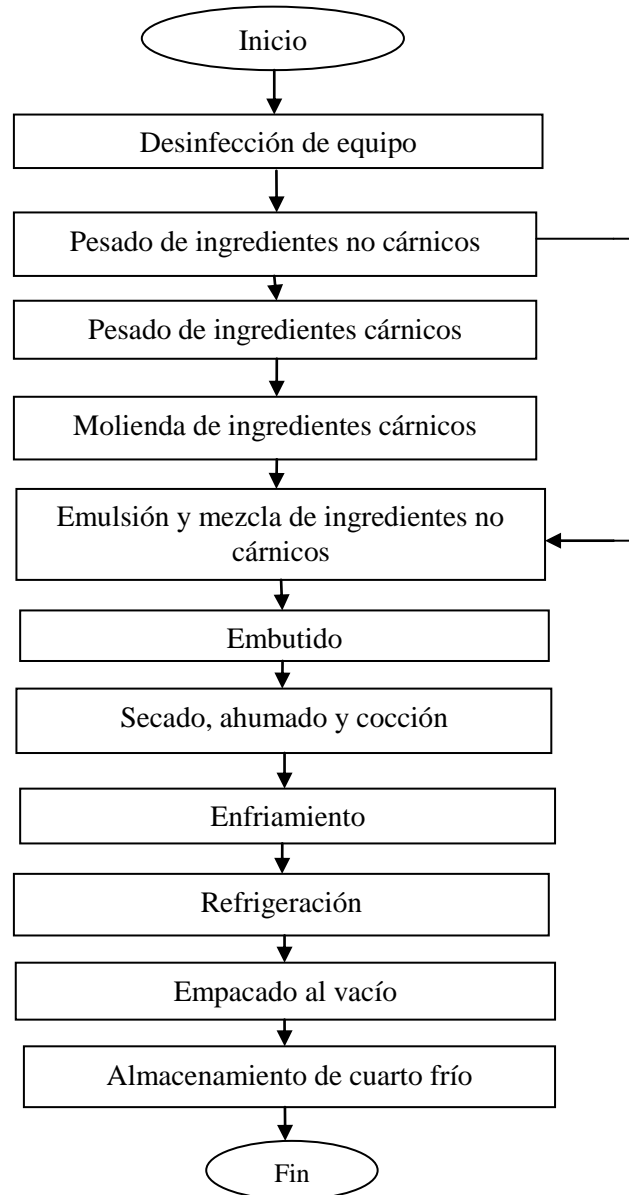


Figura 1. Flujo de proceso de elaboración de frankfurter de pollo Zamorano.

3.6.2 Preparación del producto

1. **Limpieza e inspección pre-operativa del equipo:** antes de la elaboración de los tratamientos, se realizó una limpieza de los equipos a utilizar y del área de trabajo, así como una desinfección de acuerdo al manual de Prácticas Operacionales Estandarizadas de Sanitización de Zamorano.
2. **Pesado de ingredientes cárnicos:** se procedió al pesado individualmente de los recortes de res y cerdo y CDM en la balanza electrónica, marca Ohaus, modelo LS2000.
3. **Pesado de ingredientes no cárnicos:** se realizó el pesado por separado de cada uno de los condimentos, incluyendo la inulina OraftiTM Beneo GR en la balanza de precisión marca Pelouze, modelo 10B60.
4. **Molienda de porción magra y porción grasa:** la molienda de los recortes de res y cerdo se realizaron por separado utilizando un disco con agujeros de 0.32 cm de diámetro.
5. **Emulsificación y mezcla de ingredientes:** se colocaron las carnes magras en la cortadora silenciosa o cutter, colocando primero los recortes de res 60/40 y CDM. Luego se adicionó las sales como la sal común, el nitrito de sodio, eritorbato de sodio y tripolifosfato de sodio, junto a las sales se adicionó lentamente la inulina OraftiTM Beneo GR. Después de un tiempo de 3 minutos se agregó la mitad de la porción de hielo y grasa (recortes de cerdo 50/50), este proceso se continuó hasta llegar a una temperatura entre 8-10 °C y se le agregó el resto del hielo y grasa y los condimentos previamente mezclados. Se dejó trabajando el cutter hasta alcanzar una consistencia pastosa.
6. **Embutido:** al tener la pasta de cada tratamiento, se colocaron en la embutidora marca FREY Konti C120, utilizando fundas de colágeno de Teepak calibre 21, con una longitud de 12 cm y un peso de 80 g cada salchicha.
7. **Tratamiento térmico:** se realizó dentro del horno ahumador marca Koch, tres etapas: la etapa inicial de secado a 60 °C durante 15 minutos, luego pasa al ahumado a una temperatura de 60 °C durante 60 a 90 minutos, seguido por el procedimiento de cocción a una temperatura de 80 °C durante 30 min hasta llegar a una temperatura interna del producto de 72 °C por 15 s.
8. **Enfriamiento:** se bañó el producto con agua dentro del ahumador durante un tiempo de 30 minutos hasta alcanzar una temperatura de 22 °C.
9. **Refrigerado:** luego que el producto es enfriado y tiene una temperatura entre 20-22 °C se almacena en el cuarto frío a una temperatura de 4 °C por 24 horas.
10. **Empacado al vacío:** las salchichas se empacaron en bolsas con un contenido neto de 420 g.

11. Almacenamiento de producto terminado: las bolsas de salchicha frankfurter empacadas al vacío se almacenaron en el cuarto de producto terminado a una temperatura de 4 °C.

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con un arreglo factorial de 2 x 2 x 2 y medidas repetidas en el tiempo en los días 1, 14 y 28, donde los bloques eran representados por cada repetición y las interacciones entre niveles de factores representaron nueve tratamientos, incluyendo el control. En total el número de unidades experimentales fue de 81. En el cuadro 3 se describe cada bloque de los nueve tratamientos.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos dentro de cada bloque.

Bloque	TRT1	TRT2	TRT3	TRT4	TRT5	TRT6	TRT7	TRT8	TRT9
Bloque1	Control	F0.5- Ci-Gr	F0.5- Si-Gr	F0.25- Ci-Gr	F0.25- Si-Gr	F0.5- Ci-Gn	F0.5- Si-Gn	F0.25- Ci-Gn	F0.25- Si-Gn
Bloque2	Control	F0.5- Ci-Gr	F0.5- Si-Gr	F0.25- Ci-Gr	F0.25- Si-Gr	F0.5- Ci-Gn	F0.5- Si-Gn	F0.25- Ci-Gn	F0.25- Si-Gn
Bloque3	Control	F0.5- Ci-Gr	F0.5- Si-Gr	F0.25- Ci-Gr	F0.25- Si-Gr	F0.5- Ci-Gn	F0.5- Si-Gn	F0.25- Ci-Gn	F0.25- Si-Gn

* TRT 1= Control (0.5F-Gn-Si), F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida.

3.8 ANÁLISIS FÍSICO

3.8.1 Medición de purga

Materiales

- Papel toalla
- Tijeras

Equipo

- Balanza analítica marca Ohaus, modelo LS2000

Procedimiento

La purga fue evaluada mediante el método EZ-Driploss adaptado por Correa et al. (2006), el cual determina el porcentaje de pérdida de agua por diferencia de peso de las salchichas. Este análisis se realizó los días 1, 14 y 28 para cada unidad experimental. Se tomó el peso inicial de cada paquete de salchichas luego se retiró el exudado de la salchicha y el del empaque por medio de un papel toalla. La diferencia de peso se expresó en porcentaje lo que representa la porción de agua perdida por las salchichas.

3.8.2 Análisis de textura

Para evaluar la textura de la salchicha frankfurter de pollo se utilizó el equipo INSTRON 4444, mediante el acople Warner-Bratzler Meat Shear. La fuerza de corte mayor fue medida en Newton (N). Se efectuaron tres cortes para cada muestra realizados en el día 28.

3.9 ANALISIS QUÍMICO

3.9.1 Medición de pH

Materiales

- Agua destilada
- Muestra de salchicha frankfurter de pollo

Equipo

- Blender/ Food processor marca Cuisinart, Smart Power Duet
- pH Meter, marca HM Digital. Modelo pH-200

Procedimiento

Las mediciones de pH se realizaron a todos los tratamientos los días 1, 14 y 28. Se picó 10 g de muestra y se mezcló con 100 ml de agua destilada por 30 segundos. Se registraron valores de tres lecturas por cada muestra utilizando el potenciómetro, marca HM Digital. Modelo pH-200.

3.10 ANÁLISIS SENSORIAL

Materiales

- Muestras de salchichas
- Agua potable
- Galletas de soda
- Bandejas y vasos desechables
- Guantes
- Hojas de evaluación sensorial

Equipo

- Estufa
- Utensilios de cocina

Procedimiento

3.10.1 Análisis exploratorio de aceptación

Se realizó una prueba exploratoria de aceptación a cada uno de los tratamientos los días 1, 14 y 28. Se utilizó un panel no entrenado integrado por estudiantes de la Escuela Agrícola Panamericana. El estudio fue dividido en cuatro grupos diferentes de doce panelistas. Los grupos fueron analizados estadísticamente como cuatro estudios individuales los cuales se detallan a continuación:

- Estudio 1. Evaluación de tratamientos con inulina 2 % y la interacción entre las dos concentraciones de tripolifosfato (0.25 y 0.50 %) y los dos niveles de grasa (26 y 18 %).
- Estudio 2. Evaluación de tratamientos sin inulina 0 % y la interacción entre las dos concentraciones de tripolifosfato (0.25 y 0.50 %) y los dos niveles de grasa (26 y 18 %).
- Estudio 3. Evaluación de tratamientos con concentración 0.5 % de tripolifosfato e interacciones entre presencia de inulina al 2 % o ausencia de inulina 0 % y los dos niveles de grasa (26 y 18 %).
- Estudio 4. Evaluación de tratamientos con concentración de 0.25 % de tripolifosfato e interacciones entre presencia de inulina al 2 % o ausencia de inulina 0 % y los dos niveles de grasa (26 y 18 %).

Todos los paneles incluían el control como parte de las muestras lo que hacía un total de 5 muestras por análisis. Los atributos sensoriales analizados fueron: aroma, color, sabor, textura y aceptación general. Para este análisis de aceptación se utilizó una escala hedónica de 9 (Anexo 1).

3.10.2 Análisis sensorial de preferencia

La prueba de análisis sensorial de preferencia se realizó al mejor tratamiento según los mejores resultados de características físicas (purga y rendimiento de cocción) en comparación con el control. Los resultados fueron analizados según el método estadístico de distribución binomial según la tabla “Mínimo número de respuestas correctas para establecer significancia a diferentes niveles de probabilidad” (Cuadro 18).

3.11 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

3.11.1 Análisis microbiológicos de coliformes totales y aerobios mesófilos.

Materiales

- Medio de cultivo selectivo VRBA (Violet Red Bile Agar)
- Medio de cultivo no selectivo PCA (Plate Count Agar)
- Agua peptonada
- Muestras de salchicha frankfurter de pollo

Equipo

- Bolsas Stomacher estériles
- Stomacher Seward Stomacher 400
- Incubador Precisión Gravity Convection Incubator Model 2
- Autoclave Market forge Sterilmatic MEA 109-85
- Platos petri
- Utensilios de laboratorio

Método

La detección de coliformes es usada como un indicador general de las condiciones sanitarias en el procesamiento de alimentos. El método utilizado para el conteo de coliformes totales se realizó a través de un medio de cultivo sólido que utiliza Violet Red Bile Agar (VRBA) que contiene un indicador de pH rojo neutro, este descrito en el capítulo 4 de el Método de Análisis Bacteriológicos por sus siglas en ingles BAM (Bacteriological Analytical Method) (FDA 2002).

El análisis de aerobios mesófilos es utilizado para indicar los niveles de microorganismos de un producto; para esto se utilizó el método estándar para el conteo de microorganismos aerobios mesófilos contenido en el capítulo 3 del Método de Análisis Bacteriológicos (FDA 2001).

Procedimiento

- Esta prueba se realizó a todos los tratamientos de las 3 repeticiones al día 28.
- Se preparó agua peptonada con 0.1 % de peptona diluida.
- Se preparó el medio de cultivo selectivo para coliformes totales VRBA y el medio no selectivo PCA para aerobios mesófilos según el manual de instrucciones del fabricante.
- Se esterilizaron todos los utensilios a utilizar, incluyendo los materiales como el agua peptonada.
- Se tomaron 5 g de cada tratamiento y se colocaron dentro de las bolsas Stomacher estériles.
- A cada bolsa Stomacher se agregó 45 ml de agua peptonada.
- Las bolsas se homogenizaron en el Stomached Seward Stomacher 400 durante 2 minutos.
- Se realizaron siembras mediante la técnica de vertido o “Pour Plate” en el medio VioletRed Bile Agar (VRBA) para el análisis de coliformes y en el medio Plate Count Agar (PCA) para el análisis de aerobios mesófilos de las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} . y cada una de estas en duplicado.
- Se incubaron los platos petri a 35 °C por 24 horas para el análisis de coliformes y a 35 °C por 48 horas para aerobios mesófilos.

3.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos de los análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales se evaluaron a través de un análisis de varianza (ANDEVA) con una separación de media Tukey y LSmeans, con el objetivo de determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos y a través del tiempo, para cada variable evaluada. Todos los datos evaluados fueron sometidos a una prueba de residuales para obtener una normalidad. Se verificó la existencia de diferencias significativas entre las medidas repetidas en tiempo a través de la prueba de Lambda de Wilks. Para la variable de pH y purga se realizó un análisis de correlación por Pearson. Para los análisis estadísticos se utilizó una probabilidad de 95 % ($P < 0.05$).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE PÉRDIDA DE PESO (PURGA)

La purga aumentó ($P < 0.05$) a través del tiempo en todos los tratamientos (Cuadro 4). La purga en la frankfurter se vio afectada en F0.25-SI-GR ya que según las propiedades de la inulina es capaz de enlazar agua. Al actuar como sustituto de grasa se basa en la inmovilización de agua durante la formación de gel (Jánváry 2009). Así mismo la concentración más baja de tripolifosfato F0.25 provocó un descenso en la retención de agua, siendo esta una de las propiedades más importantes de los fosfatos (Knipe 2004). La interacción a través de tiempo con la variable tripolifosfato (Lambda de Wilks $P > F < 0.0010$) muestran que las mayores pérdidas de agua se dieron en tratamientos con menores concentraciones de tripolifosfato y ausencia de inulina. Esto concuerda con estudios realizados por Nowak et al. 2007 en donde el uso de fosfatos ha sido utilizado para mejorar la capacidad de absorción y retención de agua en salchichas tipo boloña.

Los tratamientos F0.5-Ci-Gr y Si-Gr presentaron diferencias significativas entre ellos al día 1, sin embargo al día 14 y 28 a un nivel alto de tripolifosfato con grasa reducida la presencia de inulina no tiene ningún efecto en la purga. En cambio con niveles altos de grasa la presencia de inulina si actúa reduciendo la pérdida de agua en los frankfurter (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de pérdida de peso (purga).¹

Tratamiento(*)	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o	Media±DE ^o	Media±DE ^o
Control	0.54±0.04 ^{DE (X)}	1.63±0.10 ^{BC(XY)}	2.71±0.87 ^{BC (Y)}
F0.5-Ci-Gr	0.48±0.09 ^{E (X)}	0.98±0.18 ^{D(Y)}	1.44±0.05 ^{E (Z)}
F0.5-Si-Gr	0.92±0.04 ^{BC (X)}	1.19±0.36 ^{D(X)}	1.58±0.05 ^{E(Y)}
F0.25-Ci-Gr	0.5±0.005 ^{DE (X)}	1.02±0.015 ^{D (Y)}	2.20±0.48 ^{D (Z)}
F0.25-Si-Gr	1.30±0.42 ^{A (X)}	2.08±0.52 ^{A (Y)}	3.3±0.38 ^{A (Z)}
F0.5-Ci-Gn	0.38±0.06 ^{E(X)}	1.15±0.23 ^{D(Y)}	2.43±0.54 ^{CD (Z)}
F0.5-Si-Gn	0.94±0.01 ^{BC (X)}	1.84±0.28 ^{AB(Y)}	2.98±0.20 ^{AB(Z)}
F0.25-Ci-Gn	0.76±0.15 ^{CD(X)}	1.31±0.19 ^{CD (Y)}	2.63±0.44 ^{BCD (Y)}
F0.25-Si-Gn	1.15±0.06 ^{AB (X)}	1.86±0.14 ^{AB (Y)}	3.12±0.32 ^{AB (Z)}
⁽⁺⁾ CV (%)	20.37	16.08	11.6

*Control =0.5F-Gn-Si, F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida.

¹. Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). ^oDE: Desviación estándar.

⁺CV: Coeficiente de variación.

Los tratamientos F0.25-Ci-Gr y Si-Gr presentan diferencias significativas entre ellos, con la cual la acción de la inulina se vuelve a ver reflejada en la reducción de purga. Al aumentar la grasa, a esta misma concentración de tripolifosfato presentan esta misma tendencia a los días 1 y 14, sin embargo al día 28 la acción de la inulina se ve afectada por el nivel alto de grasa y la pérdida de agua es la misma (Cuadro 4).

Todos los tratamientos que contenían el 2 % de inulina poseen menor pérdida de peso en comparación con aquellos sin inulina en sus respectivos días (Figura 2). Se puede observar que a mayor concentración de tripolifosfato existe una menor purga pero sin embargo no es una cantidad significativa a excepción del día 1 en los tratamientos con 2% de inulina, esto se debe a que la interacción entre inulina y tripolifosfato es casi nula.

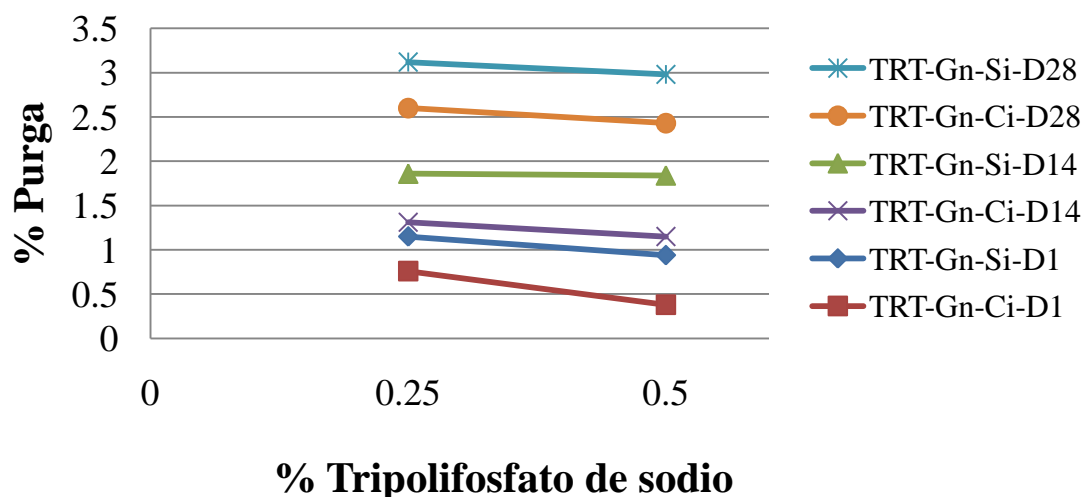


Figura 2. Efecto de dos niveles de tripolifosfato y grasa normal sobre la purga en el día 1, 14 y 28 en las frankfurter con presencia y ausencia de inulina.

Nota: Separación de medias se observa en el cuadro 4.

Se puede observar nuevamente que a mayor fosfato se obtuvo menor pérdida de agua y que la interacción de la inulina fue alta cuando existían concentraciones bajas de fosfato (Figura 3). Los tratamientos con presencia de inulina en el día 1 mostraron menores pérdidas de agua en comparación a los tratamientos sin inulina.

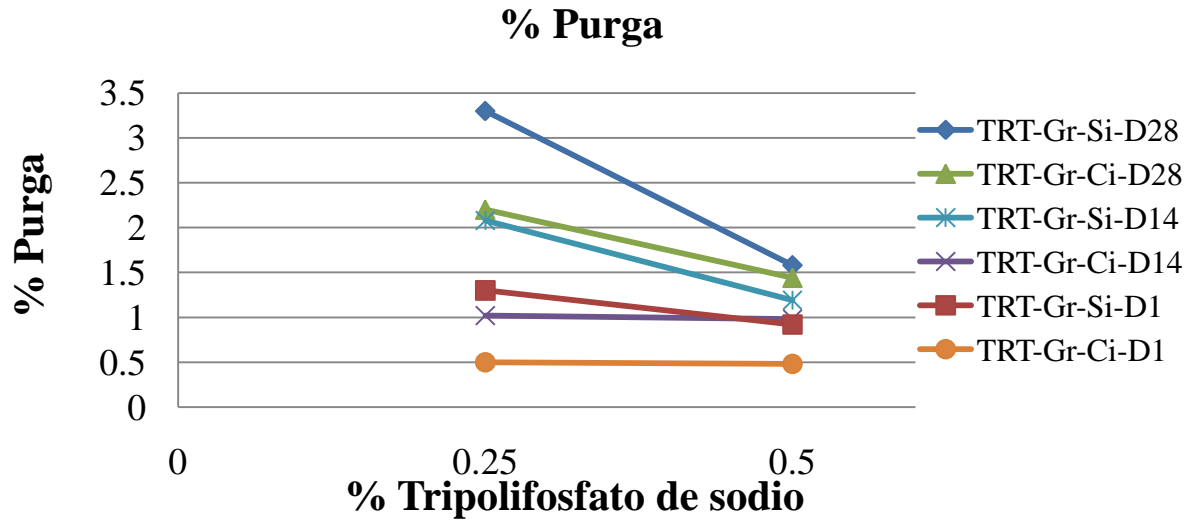


Figura 3. Efecto de dos niveles de tripolifosfato y grasa reducida sobre la purga en el día 1, 14 y 28 en las frankfurter con presencia y ausencia de inulina.

Nota: Separación de medias se observa en el cuadro 4.

4.2 ANÁLISIS DE PH

El valor de pH presentó cambios significativos a través del tiempo ($P < 0.05$), sin embargo a través del análisis de medidas repetidas en tiempo se observó que no existía una interacción del efecto tiempo con las variables evaluadas (Wilk's Lambda $P > F : 0.3105$). Lo que significa que el pH cambio con el tiempo pero no debido al efecto de los tratamientos.

El uso de fosfatos son muy valiosos en la producción de productos cárnicos bajos en sodio, estos aumentan el pH aproximadamente de 0.6 unidades máximo. (Knipe 2004). Los tratamientos con tripolifosfato de 0.5 % con grasa reducida en el día 1 presentan pH mayores a aquellos tratamientos con tripolifosfato de 0.25 % (Cuadro 5). En cambio, al aumentar el nivel de grasa no se presentan diferencias significativas de pH entre los tratamientos con diferentes concentraciones de tripolifosfato. Al día 14 y 28 los cambios en pH no se ven influenciados por los diferentes niveles de grasa.

Los tratamientos F0.25-Gr con presencia o ausencia de inulina presentaron valores de pH bajos a través del tiempo en los días 1, 14 y 28; a diferencia de los tratamientos F0.5-Gr con presencia o ausencia de inulina que presentan valores más altos debido a las distintas concentraciones de tripolifosfato (Cuadro 5).

Los tratamientos con un nivel de grasa normal del 26 % no presentaron diferencias significativas a los días 1 y 14, con lo que se puede observar que el pH no se vio afectado por diferentes concentraciones de tripolifosfato o la presencia de inulina.

Cuadro 5. Resultados análisis de pH.¹

Tratamiento(*)	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o	Media±DE ^o	Media±DE ^o
Control	6.74±0.35 ^{A(X)}	6.46±0.23 ^{AB(Y)}	6.22±0.17 ^{AB(Z)}
F0.5-Ci-Gr	6.68±0.24 ^{ABC(X)}	6.45±0.29 ^{AB(Y)}	6.20±0.20 ^{AB(Z)}
F0.5-Si-Gr	6.73±0.26 ^{AB(X)}	6.55±0.18 ^{A(Y)}	6.27±0.16 ^{A(Z)}
F0.25-Ci-Gr	6.41±0.27 ^{CDE(X)}	6.30±0.21 ^{B(Y)}	6.14±0.20 ^{B(Z)}
F0.25-Si-Gr	6.37±0.51 ^{E(X)}	6.35±0.27 ^{B(X)}	6.17±0.16 ^{B(X)}
F0.5-Ci-Gn	6.45±0.18 ^{BCDE(X)}	6.35±0.19 ^{B(X)}	6.20±0.15 ^{AB(Y)}
F0.5-Si-Gn	6.67±0.35 ^{ABCD(X)}	6.42±0.18 ^{AB(Y)}	6.20±0.19 ^{AB(Z)}
F0.25-Ci-Gn	6.39±0.017 ^{DE(X)}	6.32±0.23 ^{B(X)}	6.15±0.18 ^{B(X)}
F0.25-Si-Gn	6.66±0.14 ^{ABCD(X)}	6.32±0.15 ^{B(XY)}	6.21±0.16 ^{AB(Y)}
⁽⁺⁾ CV (%)	2.54	1.47	0.93

* Control =0.5F-Gn-Si, F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida.

¹. Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes(P<0.05). Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05) .^oDE: Desviación estándar.

⁺CV: Coeficiente de variación.

4.3 ANÁLISIS SENSORIAL-ACEPTACIÓN

Los resultados del análisis sensorial de aceptación se muestran de acuerdo a los 4 estudios realizados. Las variables evaluadas en el análisis sensorial de aceptación de aroma, color, sabor, textura y aceptación general presentaron $R^2 < 0.4$ en algunos grupos evaluados por lo que las variables evaluadas no se pueden predecir con los resultados obtenidos debido a la alta variabilidad y a la falta de seguimiento de un modelo lineal.

4.3.1 Estudio 1: Evaluación de frankfurter con inulina 2 % y la interacción entre las dos concentraciones de tripolifosfato (0.25 y 0.50 %) y los dos niveles de grasa (26 y 18 %).

Los tratamientos con presencia de inulina muestran diferencias significativas entre ellos (P<0.05) al día 14 (Cuadro 6).La adición de inulina no altera los cambios en color (Nowak et al. 2007). El tratamiento con concentración de 0.5 % de tripolifosfato fue mejor aceptado con una calificación de “me gusta mucho” en comparación con aquel tratamiento con concentración de 0.25 % de tripolifosfato que obtuvo una calificación de “me gusta moderadamente” al tener el nivel de grasa reducida (18 %).

Cuadro 6. Resultados del estudio 1, tratamientos con inulina alta, para el atributo color.¹

Tratamiento(*)	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o (NS)	Media±DE ^o	Media±DE ^o (NS)
Control	6.50±1.29 ^(X)	7.05±1.39 ^{AB(XY)}	7.55±0.61 ^(Y)
F0.5-Ci-Gr	6.33±0.76 ^(X)	7.61±1.09 ^{A(Y)}	7.66±0.84 ^(Y)
F0.25-Ci-Gr	5.94±0.93 ^(X)	6.44±1.09 ^{B(XY)}	7.00±1.02 ^(Y)
F0.5-Ci-Gn	6.66±1.28 ^(X)	7.33±1.32 ^{AB(X)}	7.22±0.87 ^(X)
F0.25-Ci-Gn	6.61±1.03 ^(X)	6.61±1.24 ^{AB(X)}	7.44±0.85 ^(Y)
⁽⁺⁾ CV (%)	16.89	16.89	11.41

*Control =0.5F-Gn-Si, F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida. NS: Medias en columnas no son significativas (P>0.05).

¹. Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). ^oDE: Desviación estándar.

⁺CV: Coeficiente de variación.

Los tratamientos con presencia de inulina muestran diferencias significativas entre ellos (P<0.05) al día 14 (Cuadro 7). La adición de inulina en concentraciones entre 2.5% y 5% no proporcionaron cambios significativos en las características sensoriales de las salchichas (Selgas et al. 2005). Los tratamientos con un nivel de grasa normal (26 %) y la adición de inulina, presentan una mayor aceptación general a una concentración de tripolifosfato de 0.5 % que a concentraciones de 0.25 %.

Cuadro 7. Resultados del estudio 1, tratamientos con inulina alta, para el atributo aceptación general.¹

Tratamiento(*)	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o (NS)	Media±DE ^o	Media±DE ^o (NS)
Control	6.55±1.04 ^(X)	7.00±1.33 ^{AB(XY)}	7.77±0.87 ^(Y)
F0.5-Ci-Gr	6.22±0.80 ^(X)	7.55±1.04 ^{A(Y)}	7.61±0.97 ^(Y)
F0.25-Ci-Gr	6.38±1.09 ^(X)	7.16±1.09 ^{AB(XY)}	7.33±1.13 ^(Y)
F0.5-Ci-Gn	6.77±1.00 ^(X)	7.66±1.23 ^{A(Y)}	7.27±0.56 ^(XY)
F0.25-Ci-Gn	6.72±1.01 ^(X)	6.50±0.98 ^{B(X)}	7.77±0.64 ^(Y)
⁽⁺⁾ CV (%)	15.37	15.64	11.37

*Control =0.5F-Gn-Si, F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida. NS: Medias en columnas no son significativas (P>0.05).

¹. Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). ^oDE: Desviación estándar.

⁺CV: Coeficiente de variación.

4.3.2 Estudio 2: Evaluación de frankfurter sin inulina 0 % y la interacción entre las dos concentraciones de tripolifosfato (0.25 y 0.50 %) y los dos niveles de grasa (26 y 18 %).

Los tratamientos sin presencia de inulina mostraron diferencias significativas entre ellos ($P < 0.05$) al día 14 (Cuadro 8). Para obtener una mejor característica de sabor en los productos cárnicos es recomendable una adición de fosfatos en la formulación (Miranda 2007). Para el atributo evaluado de sabor los tratamientos con un nivel de grasa normal (26%) sin la adición de inulina tiene mayor aceptación con una calificación de “me gusta mucho” a una concentración de tripolifosfato de 0.5 % en comparación con la concentración de 0.25 % que obtuvo una calificación de “me gusta moderadamente”.

Cuadro 8. Resultados del estudio 2, tratamientos sin inulina, para el atributo sabor.¹

Tratamiento(*)	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o (NS)	Media±DE ^o	Media±DE ^o (NS)
Control	6.94±0.63 ^(XY)	6.55±1.24 ^{B(X)}	7.50±1.09 ^(Y)
F0.5-Si-Gr	6.77±1.00 ^(X)	7.33±1.60 ^{AB(X)}	7.44±1.24 ^(X)
F0.25-Si-Gr	6.88±0.96 ^(X)	7.27±0.95 ^{AB(X)}	7.38±0.91 ^(X)
F0.5-Si-Gn	7.22±1.26 ^(X)	7.66±0.59 ^{A(X)}	7.05±1.16 ^(X)
F0.25-Si-Gn	6.48±1.12 ^(X)	6.58±0.79 ^{B(X)}	7.87±0.48 ^(Y)
⁽⁺⁾ CV (%)	14.46	14.84	13.76

*Control =0.5F-Gn-Si, F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida. NS: Medias en columnas no son significativas ($P > 0.05$).

¹. Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). ^oDE: Desviación estándar.

⁺CV: Coeficiente de variación.

Los tratamientos sin presencia de inulina mostraron diferencias significativas entre ellos ($P < 0.05$) al día 14 (Cuadro 9). En salchichas frankfurter se determinó que un producto tratado con fosfatos es ligeramente preferido por los panelistas sobre un producto convencional al que no se le añadió fosfatos (Knipe 2004). Para el atributo evaluado de sabor los tratamientos con un nivel de grasa normal (26 %) sin la adición de inulina tiene mayor aceptación a una concentración de tripolifosfato de 0.5 % en comparación con la concentración de 0.25 %.

Cuadro 9. Resultados del estudio 2, tratamientos sin inulina, para el atributo aceptación general.¹

Tratamiento(*)	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o (NS)	Media±DE ^o	Media±DE ^o (NS)
Control	7.05±0.63 ^(X)	6.22±1.11 ^{B(Y)}	7.44±0.92 ^(X)
F0.5-Si-Gr	6.50±0.85 ^(X)	7.00±1.08 ^{AB(XY)}	7.44±1.99 ^(Y)
F0.25-Si-Gr	6.38±1.33 ^(X)	7.27±0.89 ^{A(X)}	6.68±1.36 ^(X)
F0.5-Si-Gn	7.05±0.93 ^(X)	7.44±0.98 ^{A(X)}	6.94±0.63 ^(X)
F0.25-Si-Gn	6.53±1.23 ^(X)	6.41±1.00 ^{B(X)}	7.69±0.58 ^(Y)
⁽⁺⁾ CV (%)	15.22	14.58	13.68

*Control =0.5F-Gn-Si, F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida. NS: Medias en columnas no son significativas (P>0.05).

¹. Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). ^oDE: Desviación estándar.

⁺CV: Coeficiente de variación.

Los tratamientos sin presencia de inulina mostraron diferencias significativas entre ellos (P<0.05) al día 28 (Cuadro 10). Para el atributo evaluado de color el tratamiento con niveles de grasa reducida (18 %) y una menor concentración de fosfato (0.25 %) en comparación al control es menos aceptado teniendo una calificación de “me gusta moderadamente”. Miranda (2007), indica que atributos como el color se ve beneficiado por la presencia de fosfatos al actuar como amortiguador de pH.

Cuadro 10. Resultados del estudio 2, tratamientos sin inulina, para el atributo color.¹

Tratamiento(*)	Día 1	Día 1	Día 28
	Media±DE ^o (NS)	Media±DE ^o (NS)	Media±DE ^o
Control	6.16±1.04 ^(X)	6.83±1.09 ^(X)	7.66±1.13 ^{A(Y)}
F0.5-Si-Gr	6.38±1.03 ^(X)	7.00±1.13 ^(X)	7.05±1.16 ^{AB(X)}
F0.25-Si-Gr	6.83±1.33 ^(X)	6.66±1.02 ^(X)	6.61±1.37 ^{B(X)}
F0.5-Si-Gn	6.61±1.09 ^(X)	7.27±0.95 ^(X)	7.11±0.83 ^{AB(X)}
F0.25-Si-Gn	6.64±1.22 ^(X)	6.58±1.37 ^(X)	7.51±0.71 ^{AB(X)}
⁽⁺⁾ CV (%)	17.81	15.71	14.79

*Control =0.5F-Gn-Si, F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida. NS: Medias en columnas no son significativas (P>0.05).

¹. Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). ^oDE: Desviación estándar.

⁺CV: Coeficiente de variación.

Los tratamientos sin presencia de inulina mostraron diferencias significativas entre ellos (P<0.05) al día 14 (Cuadro 11). La presencia de grasa en productos cárnicos aporta mejores características de aroma y otros atributos sensoriales (Tovar 2003), sin embargo para el atributo de aroma la aceptación que presentan los consumidores se ve afectada por las diferentes concentraciones de tripolifosfato.

Cuadro 11. Resultados del estudio 2, tratamientos sin inulina, para el atributo aroma.¹

Tratamiento(*)	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o (Ns)	Media±DE ^o	Media±DE ^o (Ns)
Control	6.44±0.85 ^(X)	6.77±0.87 ^{B(XY)}	7.22±0.94 ^(Y)
F0.5-Si-Gr	6.83±0.85 ^(X)	7.00±0.68 ^{AB(X)}	7.11±1.18 ^(X)
F0.25-Si-Gr	6.38±1.19 ^(X)	7.05±0.99 ^{AB(X)}	6.77±0.73 ^(X)
F0.5-Si-Gn	6.88±1.13 ^(X)	7.55±0.78 ^{A(X)}	7.16±1.04 ^(X)
F0.25-Si-Gn	5.99±1.11 ^(X)	6.59±0.87 ^{B(X)}	7.52±0.79 ^(Y)
⁽⁺⁾ CV (%)	16.15	11.93	12.94

*Control =0.5F-Gn-Si, F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida. NS: Medias en columnas no son significativas (P>0.05).

¹. Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). ^oDE: Desviación estándar.

⁺CV: Coeficiente de variación.

Los tratamientos sin presencia de inulina mostraron diferencias significativas entre ellos (P<0.05) al día 14 (Cuadro 12). La adición de tripolifosfato en productos cárnicos mejora sus atributos sensoriales entre ellos su suavidad ya que estos poseen la capacidad de ligar agua al alimento (Nowak et al. 2003). Para el atributo evaluado de textura el tratamiento con una concentración de tripolifosfato de 0.25 % y grasa normal (26 %) obtuvo una calificación menor de “me gusta poco” por parte de los panelistas en comparación a aquel con una concentración de 0.5 % de tripolifosfato.

Cuadro 12. Resultados del estudio 2, tratamientos sin inulina, para el atributo textura.¹

Tratamiento(*)	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o (Ns)	Media±DE ^o	Media±DE ^o (Ns)
Control	6.77±0.87 ^(X)	6.61±1.09 ^{AB(X)}	7.00±1.18 ^(X)
F0.5-Si-Gr	6.22±1.11 ^(X)	7.27±1.17 ^{A(Y)}	7.11±1.27 ^(XY)
F0.25-Si-Gr	6.66±1.23 ^(X)	7.16±1.04 ^{A(X)}	7.27±0.75 ^(X)
F0.5-Si-Ga	6.61±1.24 ^(X)	7.33±0.84 ^{A(X)}	7.05±0.80 ^(X)
F0.25-Si-Ga	6.60±1.37 ^(X)	6.11±1.05 ^{B(X)}	7.40±0.93 ^(Y)
⁽⁺⁾ CV (%)	17.62	14.67	14.25

*Control =0.5F-Gn-Si, F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida. NS: Medias en columnas no son significativas (P>0.05).

¹. Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). ^oDE: Desviación estándar.

⁺CV: Coeficiente de variación.

4.3.3 Estudio 3: Evaluación de tratamientos con concentración 0.5 % de tripolifosfato e interacciones entre presencia de inulina al 2 % o ausencia de inulina 0 % y los dos niveles de grasa (26 y 18 %).

Los tratamientos con concentraciones de tripolifosfato de 0.5 % mostraron diferencias significativas entre ellos (P<0.05) al día 14 (Cuadro 13). La adición de inulina como sustituto de grasa no interfiere en propiedades como aroma en productos cárnicos (Beneo Orafiti 2008). El tratamiento que contenía inulina al 2 % y un nivel reducido de grasa de

18 % presentó una mejor aceptación por parte de los panelistas que aquel con grasa normal al 26 %.

Cuadro 13. Resultados del estudio 3, tratamientos con tripolifosfato 0.5 %, para el atributo aroma.¹

Tratamiento(*)	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o (NS)	Media±DE ^o	Media±DE ^o (NS)
Control	6.72±1.31 ^(X)	7.00±0.97 ^{AB(X)}	7.05±0.93 ^(X)
F0.5-Ci-Gr	6.72±1.01 ^(X)	7.61±0.60 ^{A(Y)}	7.16±0.98 ^(XY)
F0.5-Si-Gr	6.61±1.24 ^(X)	7.33±0.76 ^{A(X)}	7.33±1.02 ^(X)
F0.5-Ci-Gn	7.33±1.13 ^(X)	6.50±0.92 ^{B(X)}	7.33±1.23 ^(X)
F0.5-Si-Gn	7.05±1.30 ^(X)	6.88±1.07 ^{AB(X)}	7.33±0.68 ^(X)
⁽⁺⁾ CV (%)	17.29	12.12	13.58

*Control =0.5F-Gn-Si, F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida. NS: Medias en columnas no son significativas (P>0.05).

¹. Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05).^oDE: Desviación estándar.

⁺CV: Coeficiente de variación.

Los tratamientos con concentraciones de tripolifosfato de 0.5 % mostraron diferencias significativas entre ellos (P<0.05) al día 1 (Cuadro 14). La propiedad de la inulina para sustituir la grasa es basada en la formación de una partícula gelatinosa en presencia de agua lo que resulta en una consistencia cremosa muy parecida a la grasa (Jánváry 2007). Para el atributo evaluado de textura el tratamiento con un nivel de grasa del 26 % y la adición de inulina fue mejor aceptado en comparación al control.

Cuadro 14. Resultados del estudio 3, tratamientos con tripolifosfato 0.5 %, para el atributo textura.¹

Tratamiento(*)	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o	Media±DE ^o (NS)	Media±DE ^o (NS)
Control	6.77±1.26 ^{B(X)}	7.05±1.10 ^(X)	7.27±1.12 ^(X)
F0.5-Ci-Gr	7.11±1.07 ^{AB(X)}	6.94±0.72 ^(X)	7.27±1.12 ^(X)
F0.5-Si-Gr	7.22±1.16 ^{AB(X)}	7.44±0.85 ^(Y)	7.50±0.78 ^(X)
F0.5-Ci-Gn	7.77±0.54 ^{A(X)}	6.66±1.18 ^(X)	7.55±1.19 ^(X)
F0.5-Si-Gn	7.50±1.15 ^{AB(X)}	6.50±1.20 ^(Y)	7.44±0.78 ^(X)
⁽⁺⁾ CV (%)	14.43	14.68	13.81

*Control =0.5F-Gn-Si, F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida. NS: Medias en columnas no son significativas (P>0.05).

¹. Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05).^oDE: Desviación estándar.

⁺CV: Coeficiente de variación.

4.3.4 Estudio 4: Evaluación de tratamientos con concentración de 0.25 % de tripolifosfato e interacciones entre presencia de inulina al 2 % o ausencia de inulina 0 % y los dos niveles de grasa (26 y 18 %).

Los tratamientos con concentraciones de tripolifosfato de 0.25 % mostraron diferencias significativas entre ellos ($P < 0.05$) al día 1 (Cuadro 15). La reducción de grasa tiene una influencia en los cambios de color en los productos cárnicos proporcionando colores más oscuros (Keeton et al. 1994). Para el atributo de color el tratamiento con inulina al 2 % y grasa normal fue mejor aceptado con una calificación que corresponde a “me gusta moderadamente” en comparación al control.

Cuadro 15. Resultados del estudio 4, tratamientos con tripolifosfato 0.25 %, para el atributo color.¹

Tratamiento(*)	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o	Media±DE ^o (NS)	Media±DE ^o (NS)
Control	6.28±0.97 ^{B(X)}	7.05±1.21 ^(XY)	7.72±1.01 ^(Y)
F0.25-Ci-Gr	6.66±0.90 ^{AB(X)}	7.11±1.27 ^(X)	7.22±1.06 ^(X)
F0.25-Si-Gr	6.77±1.11 ^{AB(X)}	7.00±1.08 ^(X)	7.61±1.14 ^(X)
F0.25-Ci-Gn	7.33±0.84 ^{A(X)}	7.11±1.23 ^(X)	7.50±0.51 ^(X)
F0.25-Si-Gn	6.66±2.08 ^{AB(X)}	7.44±1.09 ^(X)	6.77±1.21 ^(X)
⁽⁺⁾ CV (%)	14.59	16.53	14.01

*Control =0.5F-Gn-Si, F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida. NS: Medias en columnas no son significativas ($P > 0.05$).

¹. Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).^oDE: Desviación estándar.

⁺CV: Coeficiente de variación.

Los tratamientos con concentraciones de tripolifosfato de 0.25 % mostraron diferencias significativas entre ellos ($P < 0.05$) al día 28 (Cuadro 16). Los principales componentes sensoriales en un embutido se ven influenciados por la carne, grasa y sal adicionada (Ranken 2003). El tratamiento con inulina al 2 % y un nivel de grasa normal obtuvo una mejor aceptación general con una calificación correspondiente a “me gusta mucho” que aquel tratamiento con grasa reducida.

Cuadro 16. Resultados del estudio 4, tratamientos con tripolifosfato 0.25 %, para el atributo aceptación general.¹

Tratamiento(*)	Día 1	Día 14	Día 28
	Media±DE ^o (NS)	Media±DE ^o (NS)	Media±DE ^o
Control	7.05±0.53 ^(XY)	6.72±1.36 ^(X)	7.72±0.75 ^{A(Y)}
F0.25-Ci-Gr	7.33±0.76 ^(X)	7.44±0.92 ^(X)	6.83±0.92 ^{B(X)}
F0.25-Si-Gr	7.22±0.80 ^(X)	7.00±0.84 ^(X)	7.38±0.97 ^{AB(X)}
F0.25-Ci-Gn	7.27±0.95 ^(X)	7.50±0.70 ^(X)	7.77±0.64 ^{A(X)}
F0.25-Si-Gn	7.55±0.78 ^(X)	7.16±0.92 ^(X)	7.22±1.16 ^{AB(X)}
⁽⁺⁾ CV (%)	10.79	13.66	12.48

*Control =0.5F-Gn-Si, F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida. NS: Medias en columnas no son significativas (P>0.05).

¹. Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). Medias en la misma fila con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05). ^oDE: Desviación estándar.

⁺CV: Coeficiente de variación.

4.4 ANÁLISIS SENSORIAL-PREFERENCIA

Según el método estadístico de distribución binomial con una significancia del 95% indica que deben existir 61 de 100 panelistas que prefieran una muestra para que esta sea significativamente preferida sobre la otra. Los valores expresados por los 100 panelistas se muestran en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Cuadro de distribución binomial para 100 panelistas.

N panelistas	Nivel de significancia (%)
100	95
	61

Los resultados del análisis de preferencia muestran que el tratamiento 2 F0.5-Ci-Gr fue preferido por 68 panelistas sobre el tratamiento 1 (Control) F0.5-Si-GN con lo que podemos concluir que existió una mayor preferencia por parte de los consumidores por el tratamiento 2 que contenía 2 % de inulina, una concentración de tripolifosfato del 0.5 % y un nivel de grasa reducida de 18 %, así mismo una reducción de sal del 0.5 % en comparación al control. De acuerdo a la prueba T-student (P<0.05) los tratamientos presentan diferencias significativas. El Cuadro 18 detalla los resultados del análisis de preferencia.

Cuadro 18. Resultado de análisis sensorial de preferencia.¹

Tratamiento	No. de panelistas que prefieren el tratamiento
Trt 1-Control (F0.5-Si-Gn)	32 ^A
Trt2 (F0.5-Ci-Gr)	68 ^B

¹. Valores en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05)

4.5 TEXTURA-FUERZA DE CORTE

Los tratamientos presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la fuerza de corte al día 28. Los factores importantes que afectan la textura de las frankfurter son la composición, el ciclo de cocción y el método de trituración (Singh 1977). Algunas características sensoriales como la textura se puede mejorar con la adición de fosfatos en su formulación (Miranda 2007). Dolata y Piotrowska (2002), demuestran valores de fuerza de corte entre 25 y 28 N en salchichas. Todos los tratamientos evaluados en este estudio requieren valores menores de fuerza.

Los tratamientos con niveles de grasa reducido (18 %) no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) por lo que a diferentes concentraciones de tripolifosfato y presencia de inulina los valores de fuerza de corte son iguales (Cuadro 19). Al mantener el nivel de grasa normal al 26 % se da este mismo efecto y las fuerza de cortes entre estos tratamientos son iguales.

Cuadro 19. Resultados análisis de textura.-Fuerza de corte (N).¹

Tratamiento(*)	Día 28
	Media \pm DE ^o
Control	17.92 \pm 1.24 ^{AB}
F0.5-Ci-Gr	17.92 \pm 1.23 ^{AB}
F0.5-Si-Gr	19.70 \pm 1.20 ^{AB}
F0.25-Ci-Gr	20.90 \pm 1.58 ^A
F0.25-Si-Gr	20.28 \pm 1.43 ^A
F0.5-Ci-Gn	16.01 \pm 1.05 ^B
F0.5-Si-Gn	17.34 \pm 0.75 ^{AB}
F0.25-Ci-Gn	18.68 \pm 1.49 ^{AB}
F0.25-Si-Gn	17.79 \pm 1.21 ^{AB}
⁽⁺⁾ CV (%)	10.8

* Control =0.5F-GN-SI, F= nivel de fosfato, CI= con inulina, SI= sin inulina, GN= grasa normal, GR= grasa reducida.¹ Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) ^oDE: Desviación estándar. ⁺CV: Coeficiente de variación. Fuerza de corte en Newton (N).

4.6 AEROBIOS MESÓFILOS Y COLIFORMES TOTALES

Los tratamientos evaluados muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) en sus concentraciones (Log 10 UFC/g) de aerobios mesófilos (Cuadro 20). Según las normas establecidas por la Secretaria Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA 1999) los productos cárnicos cocinados no debe de sobrepasar un conteo de 6.7 Log 10 UFC/g de aerobios mesófilos por lo que todos los tratamientos se encuentren dentro de los rangos permitidos al día 28 (Cuadro 20). Los resultados de coliformes totales fueron de < 1 Log 10 UFC/g en todos los tratamientos. La adición de inulina no afectó los conteos de microorganismos (Nowak et al. 2007).

Cuadro 20. Resultados microbiológicos aerobios mesófilos y coliformes totales del día 28.¹

Tratamiento(*)	Aerobios mesófilos (Log 10 UFC/g)	Coliformes totales (Log 10 UFC/g)
	Media±DE ^o	Media±DE ^o
Control	1.73±0.07 ^A	< 1.00
F0.5-Ci-Gr	1.67±0.18 ^{AB}	< 1.00
F0.5-Si-Gr	1.62±0.10 ^B	< 1.00
F0.25-Ci-Gr	1.59±0.05 ^B	< 1.00
F0.25-Si-Gr	1.66±0.16 ^B	< 1.00
F0.5-Ci-Gn	1.83±0.16 ^A	< 1.00
F0.5-Si-Gn	1.74±0.04 ^A	< 1.00
F0.25-Ci-Gn	1.57±0.06 ^{BC}	< 1.00
F0.25-Si-Gn	1.44±0.08 ^C	< 1.00
⁽⁺⁾ CV (%)	5.77	< 1.00

* Control =0.5F-Gn-Si, F= nivel de fosfato; Ci= con inulina; Si= sin inulina; Gn= grasa normal; Gr= grasa reducida. ¹ Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes(P<0.05)

^oDE: Desviación estándar. ⁺CV: Coeficiente de variación.

4.7 RENDIMIENTO DE COCCIÓN

Los tratamientos muestran diferencias significativas entre ellos (P<0.05). La presencia de sal en combinación con fosfatos mejora los rendimientos de cocción de producto cárnicos al favorecer la solubilidad de las proteínas (Knipe 2006). El rendimiento de cocción en los tratamientos no se ve afectado por la reducción de sal, con excepción del tratamiento F0.25-Si-Gn por su ausencia de inulina (Cuadro 21). En algunas aplicaciones de inulina se obtienen mejores resultados de rendimiento (Jánváry 2007). Al reducir la concentración de tripolifosfato al 0.25 % con grasa alta es necesario la presencia de inulina para mejorar rendimientos.

Cuadro 21. Resultados de rendimiento de cocción. ¹

Tratamiento(*)	Día 1
	Media±DE ^o
Control	90.36±1.75 ^A
F0.5-CI-GR	88.06±1.53 ^{AB}
F0.5-SI-GR	87.52±2.52 ^{AB}
F0.25-CI-GR	89.96±3.25 ^A
F0.25-SI-GR	88.76±3.02 ^A
F0.5-CI-GN	91.03±2.62 ^A
F0.5-SI-GN	92.13±3.11 ^A
F0.25-CI-GN	89.54±3.53 ^A
F0.25-SI-GN	82.94±5.08 ^B
⁽⁺⁾ CV (%)	3.43

* Control =0.5F-GN-SI, F= nivel de fosfato; CI= con inulina; SI= sin inulina; GN= grasa normal; GR= grasa reducida. ¹ Medias en la misma columna con letra distinta son estadísticamente diferentes (P<0.05)

^oDE: Desviación estándar. ⁺CV: Coeficiente de variación.

4.8 ANÁLISIS DE COSTOS

Para los análisis de costos de la frankfurter se incluyeron los costos variables para su elaboración para una tanda de 45.45 kg. La formulación normalmente utilizada en la planta de cárnicos para la elaboración de frankfurter se muestra en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Costos frankfurter de pollo Zamorano.

Ingrediente	Cantidad (kg)	Costo Unitario (L)	Costo Total (L)
CDM	27.20	20.90	568.48
Recortes de cerdo 5/95	6.40	18.70	119.68
Recortes de res 60/40	4.50	33.00	148.50
Lactato de sodio	1.14	27.87	31.77
Sal yodada	0.90	4.29	3.86
Especias	0.47	61.60	28.95
Tripolifosfato de sodio	0.22	48.00	10.56
Nitrito de sodio	0.11	19.00	2.09
Eritorbato de sodio	0.02	110.00	2.20
Etiqueta	70.00 ^(*)	0.40	28.00
Empaque	70.00 ^(*)	1.50	105.00
Costo total/tanda			1049.09
Rendimiento(%)			90.36
Costo paquete de salchicha			11.64

*Unidades.

La formulación mostrada en el Cuadro 23 denota un incremento en el costo de 9 % en la frankfurter de pollo reducida en grasa con 0.5 % de tripolifosfato y 2 % de inulina. El incremento es bajo en comparación a los beneficios de la frankfurter reducida en grasa y adición de inulina.

Cuadro 23. Costos frankfurter de pollo reducida en grasa, 0.50% de tripolifosfato y 2 % de inulina.

Ingredientes	Cantidad (kg)	Costo Unitario (L)	Costo Total (L)
CDM	31.80	20.90	664.62
Recortes de res 60/40	4.50	33.00	148.50
Recortes de cerdo 5/95	1.72	18.70	32.16
Lactato de sodio	1.14	27.87	31.77
Inulina Orafti™ Beneo GR	0.90	80.00	72.00
Tripolifosfato de sodio	0.22	48.00	10.56
Especias	0.47	61.60	28.95
Sal yodada	0.68	4.29	2.91
Nitrito de sodio	0.11	19.00	2.09
Eritorbato de sodio	0.02	110.00	2.20
Etiqueta	70.00 ^(*)	0.40	28.00
Empaque	70.00 ^(*)	1.50	105.00
		Costo total/tanda	1128.77
		Rendimiento (%)	88.06
		Costo paquete de salchicha	12.81

*Unidades.

5. CONCLUSIONES

- A un mismo nivel de tripolifosfato la adición de inulina a los diferentes niveles de grasa no tiene un efecto sobre las fuerza de corte en la salchicha de pollo.
- Un nivel de grasa de 26 % a concentraciones de 0.25 y 0.5 % de tripolifosfato no influyen los valores de pH en las salchicha de pollo.
- A un nivel de grasa del 26 % la adición de inulina no tiene efecto sobre la purga a concentraciones de tripolifosfato de 0.25 y 0.5 %.
- Al reducir la concentración de tripolifosfato al 0.25 % con grasa normal es necesario la adición de inulina para mejorar rendimientos. La reducción de grasa no afecta los rendimientos de cocción.
- La adición de inulina no tiene efecto sobre los conteos de aerobios totales.
- La reducción de sal al 1.5 % no tuvo efectos sobre las propiedades evaluadas de pH, purga, fuerza de corte y rendimiento de cocción.
- La aceptación general se mantiene o aumenta en el día 1 y 28 a diferentes niveles de grasa, tripolifosfato e inulina.
- Existió una mayor preferencia por parte de los consumidores para el mejor tratamiento (F0.5-Ci-Gr) en comparación con tratamiento que llevaba la formulación original de la planta de cárnicos Zamorano.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis físico de color $L^*a^*b^*$ para ver si existen cambios a través del tiempo y para determinar una correlación con el atributo sensorial de color.
- Implementar la elaboración de una salchicha baja en sodio y grasa y que brinde beneficios a la salud como la presencia de fibra.

7. LITERATURA CITADA

Beneo Orafti TM 2008. Innovación natural, nutritiva y deliciosa (en línea). Consultado el 10 de septiembre de 2010. Disponible: http://www.orafti.com/administration/views/html/fckuserfiles/brochure_SP.pdf

Correa, J; Methot, S. y Faucitano, L. 2006. A modified meat juice container (EZDriploss) procedure for more reliable assessment of Drip loss and related quality changes in pork meat. *Journal of Muscle Foods* 18 (2007) 67–77 p.

Dolata, W. y E. Piotrowska. 2002. Comminuted Sausages Produced With The Addition Of Protein Preparation At Different Degree Of Rehydration.(en línea) *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology*. Disponible en <http://www.ejpau.media.pl/volume5/issue2/food/art-12.html>

Fisher, A. 1994. Tecnología e higiene de la carne. Tecnología de la producción y elaboración de productos cárnicos. Trad. Escobar J, et al. Zaragoza. España. Editorial Acribia S.A. 522 p.

Food and Drug Administration. Appendix A. Appendix A: Definitions of Nutrient Content Claims. Abril 2008 (en línea). Consultado el 16 de agosto de 2010. Disponible en <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/FoodLabelingNutrition/FoodLabelingGuide/ucm064911.htm>

Food and Drug Administration. BAM: Aerobic Plate Count. Enero 2001(en línea). Consultado el 14 de septiembre de 2010. Disponible en <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM063346>

Food and Drug Administration. BAM: Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria Septiembre 2002(en línea) Consultado el 14 de septiembre de 2010. Disponible en <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM064948>

García, M. Cáceres, E. y Selgas, M 2006. Effect of inulin on the textural and sensory properties of Institutional Meat Purchase Specifications (IMPS 1992)(en línea). United States Department of Agriculture. For Sausage Products. Consultado el 17 de agosto de 2010. Disponible en

<http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELDEV3003290>

Gibson, G.R. & Roberfroid, M.B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota-introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125, 1401–1412 (en línea). Consultado el 16 de agosto de 2010. Disponible en http://www.clasado.com/prebiotics/press/files/concept_of_prebiotics1.pdf

Hand L.W., Hollingsworth C.A., Calkins C.R., Mandigo R.W. 1987. Effects of preblending, reduced fat and salt levels on frankfurter characteristics. *Journal of Science* 52: 1149-1151.

Homer DB, Matthews KR, Warkup CC. 2000. The acceptability of low fat sausages. *Nutr & Food Sci* 30(2):67–72 (en línea). Consultado el 16 de agosto de 2010. Disponible en http://www.clasado.com/prebiotics/press/files/concept_of_prebiotics1.pdf

Institutional Meat Purchase Specifications (IMPS 1992). United States Department of Agriculture. Specification for sausages products. Consultado el 10 de septiembre de 2010. Disponible en:
<http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELDEV3003290>

Jánváry , L. 2009. Inulina: Una fibra soluble sustituto de grasa (en línea). Consultado 18 de agosto de 2010. Disponible en http://www.alimentariaonline.com/media/mlc033_inul.pdf

Keeton JT. 1994. Low-fat meat products—technological problems with processing. *Meat Sci* 36:261–76.

Knipe, L. 2004. Uso de fosfatos en productos cárnicos(en línea). Consultado el 19 de agosto de 2010. Disponible en http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MLC015_USODEFOSFATOS_F.pdf

Martínez, D et al 2007. Utilización de inulina y carragenina en la elaboración de salchichas de carne bajas en grasa (en línea). Consultado el 20 de septiembre de 2010. Disponible en http://www.mundoalimentario.com/media/ma037_inu.pdf

Matilus R.J., Floyd K.M.C., Sutherland J.W., y Brewer M.S. 1995. Sensory Characteristics of frankfurter as affected by salt, fat, soy protein and carrageenan. *Journal of Food Science* 60: 48-54.

Miranda, M . 2007. Fosfatos en la industria cárnica(en línea). Consultado el 20 de agosto de 2010. Disponible en <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/7258-fosfatos-la-industria-carnica>.

Nowak, B. Vonmueffling, T. Grotheer, J. Klein G. y Watkinson, B. 2007. Energy Content, Sensory Properties, and Microbiological Shelf Life of German bologna-Type Sausages Produced with Citrate or Phosphate and with Inulin as Fat Replacer. Consultado el 18 de agosto de 2010. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2007.00566.x/full>

Ranken, M. 2003. Manual de industrias de la carne. (en línea). Madrid (España). Ediciones Mundi-Prensa. 43p. Consultado el 13 de septiembre de 2010. Disponible en http://books.google.hn/books?id=F8H7vWOWkuAC&printsec=frontcover&dq=manual+de+industrias+de+la+carne&hl=es&ei=SxSaTLavKIO8lQfgkLwX&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCYQ6AEwAA#v=onepage&q&f=true

Selgas MD, Cáceres E, García ML. 2005. Long-chain soluble dietary fibre as functional ingredient in cooked meat sausages. *Food Sci Technol Int* 11(1):41-7(en línea). Consultado el 18 de septiembre de 2010. Disponible en : <http://fst.sagepub.com/content/11/1/41.full.pdf+html>

Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria.1999. Normas microbiológicas de alimentos. Honduras. 30p.

Singh, Y. 1977. Effect of cooking temperature treatment on the textural and viscoelastic characteristics of frankfurter emulsion(en línea). Consultado en 18 de septiembre de 2010. Disponible en http://etd.ohiolink.edu/send-pdf.cgi/Singh%20Yatindra%20B.pdf?acc_num=osu1196967943

Totosaus, A 2007. Productos cárnicos emulsionados bajas en grasa y sodio(en línea). Consultado el 17 de agosto de 2010. Disponible en http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v1n1/nacameh_v1n1_053Totosaus.pdf

Tovar, A. 2003. Guía de Proceso para la elaboración de productos cárnicos (en línea). Bogotá(Colombia).Convenio Andrés Bello. 10p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial

Hoja de Evaluación Sensorial “Salchicha Frankfurter de Pollo”

Nombre: _____

Código: _____

Fecha: _____

Instrucciones:

- Por favor coloque su nombre, código y fecha en la hoja que se le entrega.
- Se le presentará **5** muestras codificadas de salchicha, una galleta de soda y un vaso con agua.
- Limpie su paladar con agua antes y después de cada muestra.
- Haga su evaluación de izquierda a derecha.

Marque con una “X”, según su evaluación, de las muestras de acuerdo con los atributos: color, sabor, olor, textura, aceptación general.

- Al finalizar la evaluación deje la hoja en su cubículo.

Muestra: _____

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Textura									
Sabor									
Aceptación General									

Observaciones: _____

Muchas gracias por su colaboración

Anexo 2. Análisis sensorial de preferencia.

Hoja de análisis sensorial de preferencia.

SALCHICHA FRANKFURTER DE POLLO	
Instrucciones:	
1. Pruebe el producto de la izquierda primero y luego el producto de la derecha.	
2. Ahora que ha probado ambos productos, ¿cuál es estos prefiere?	
Por favor, elija UNO :	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
259	467
Comentarios: _____	
Gracias por su colaboración.	

Anexo 3. Análisis de correlación

8.1.1 pH-purga

Para las variables pH-purga no existió correlación en los tratamientos evaluados para cada uno de los días de análisis (Cuadro 24). Esto significa que cuando el nivel de pH aumenta las pérdidas de agua son menores.

Cuadro 24. Análisis de correlación entre pH y purga, a través del tiempo.

	Purga día 1
pH día 1	-0.02427 0.9506**
pH día 14	Purga día 14 -0.10875* 0.7806**
pH día 28	Purga día 28 -0.20561* 0.5956**

*Valores de correlación. ** Probabilidad.

8.1.2 Purga-rendimiento de cocción

Para las variables purga y rendimiento de cocción no existió correlación en los tratamientos evaluados para cada uno de los días de análisis (Cuadro 25).

Cuadro 25. Análisis de correlación entre purga y rendimiento de cocción, a través del tiempo

*Valores de correlación. ** Probabilidad.

	Rendimiento
Purga día 1	-0.46565* 0.2065**
Purga día 14	-0.16559* 0.6703**
Purga día 28	-0.01239* 0.9748**

8.1.3 Purga-fuerza de corte

Para las variables purga y fuerza de corte no existió correlación en los tratamientos evaluados para el día 28 (Cuadro 26).

Cuadro 26. Análisis de correlación purga y fuerza de corte, al día 28.

*Valores de correlación. ** Probabilidad

	Fuerza de corte
Purga día 28	-0.08780*
	0.8223**