

**Evaluación del efecto crioprotector de tres
concentraciones de trehalosa sobre las
propiedades físicas, sensoriales y
microbiológicas de una mortadela
emulsificada y un jamón reestructurado**

**Estefanía Marcela Andrade De Santiago
Marjorie Patricia Canjura Pinto**

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluación del efecto crioprotector de tres concentraciones de trehalosa sobre las propiedades físicas, sensoriales y microbiológicas de una mortadela emulsificada y un jamón reestructurado

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

Presentado por

Estefanía Marcela Andrade De Santiago
Marjorie Patricia Canjura Pinto

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

Evaluación del efecto crioprotector de tres concentraciones de trehalosa sobre las propiedades físicas, sensoriales y microbiológicas de una mortadela emulsificada y un jamón reestructurado

Presentado por:

Estefanía Marcela Andrade De Santiago
Marjorie Patricia Canjura Pinto

Aprobado:

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

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

Flor Nuñez, M.Sc.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

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

RESUMEN

Andrade, E; Canjura, M. 2010. Evaluación del efecto crioprotector de tres concentraciones de trehalosa sobre las propiedades físicas, sensoriales y microbiológicas de una mortadela emulsificada y un jamón reestructurado. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 39 p.

La industria de alimentos se caracteriza por investigar nuevos ingredientes que mejoren la calidad y aceptación entre los consumidores. Este estudio evaluó el efecto crioprotector de tres concentraciones de trehalosa (1, 1.5 y 2, basadas en el bloque cárnico) sobre las propiedades físicas, sensoriales y microbiológicas de una mortadela emulsificada y un jamón reestructurado. Se realizó un análisis sensorial de aceptación de color, aroma, jugosidad, textura, sabor y aceptación general; evaluación de fuerza de corte, porcentaje de purga, rendimiento, conteo microbiológico de aerobios mesófilos y coliformes totales y una prueba de preferencia entre el control y el mejor tratamiento de mortadela según el análisis sensorial de aceptación. El diseño experimental fue bloques completamente al azar (BCA), con tres repeticiones y medidas repetidas en el tiempo luego del día uno, 14 y 28 de congelación y un día de descongelamiento, contando con 36 unidades experimentales por producto. Se realizó un análisis de varianza con separación de medias Tukey con una probabilidad de ($P < 0.05$) y un análisis de Lambda de Wilks para determinar el efecto del tiempo en las medidas repetidas. El análisis sensorial de aceptación demostró que 1 % de trehalosa en mortadela y 2 % en jamón fueron los tratamientos más aceptados en comparación al control, para el día 14 y 28. Los análisis físicos demostraron que 1.5 % y 2 % en mortadela y 1.5 % en jamón reducen la purga en relación al control, y porcentajes de trehalosa mayores a los mismos aumentan la fuerza de corte al día 28 de congelación. Los resultados demostraron que el uso de la trehalosa no tiene un efecto significativo ($P > 0.05$) sobre el rendimiento y conteos microbiológicos realizados en este estudio para jamón y mortadela.

Palabras clave: producto cárnico, prueba de preferencia, vitrificación.

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.....	15
5 CONCLUSIONES	31
6 RECOMENDACIONES	32
7 LITERATURA CITADA.....	33
8 ANEXOS	36

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Aplicación prevista de trehalosa en la manufactura de alimentos.....	3
2. Propiedades de la trehalosa.	4
3. Formulación para los cuatro tratamientos de jamón de cerdo.....	8
4. Formulación para los cuatro tratamientos de mortadela	9
5. Rendimiento en jamón y mortadela.....	15
6. Resultados de aerobios mesófilos y coliformes totales (Log10 UFC/g) a los días cero y 28 en jamón reestructurado.	16
7. Resultados de aerobios mesófilos y coliformes totales (Log10 UFC/g) a los días cero y 28 en mortadela emulsificada.....	16
8. Análisis físico de valor porcentual de purga en jamón reestructurado.....	17
9. Análisis físico de fuerza de corte en Newton para jamón reestructurado.	18
10. Análisis físico de valor porcentual de purga en mortadela emulsificada.	18
11. Análisis físico de fuerza de corte en Newton para mortadela emulsificada.....	19
12. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Color” del jamón.	20
13. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Olor” del jamón.	20
14. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Jugosidad” del jamón.	21
15. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Textura” del jamón.	22
16. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Sabor” del jamón.	22
17. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Aceptación” del jamón.	23
18. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Color” de la mortadela.	24
19. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Olor” de la mortadela.	24
20. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Jugosidad” de la mortadela.	25
21. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Textura” de la mortadela.	26
22. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Sabor” de la mortadela.	26
23. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Aceptación” de la mortadela.	27
24. Resultados del análisis sensorial de preferencia.....	27
25. Costos variables de la formulación original del jamón reestructurado de la planta de cárnicos.	29
26. Costos variables de tratamientos 1, 2, 3 y 4 de jamón reestructurado.....	29
27. Costos variables de la formulación original de la mortadela emulsificada de la planta de cárnicos.	30
28. Costos variables de tratamientos 1, 2, 3 y 4 de mortadela emulsificada.	30

Figura	Página
1. Diagrama de flujo de elaboración del jamón reestructurado.....	10
2. Diagrama de flujo de elaboración de la mortadela emulsificada.	11

Anexo	Página
1. Hoja para evaluación sensorial de aceptación del jamón de cerdo.	37
2. Hoja para evaluación sensorial de aceptación de la mortadela.	38
3. Tabla T-Student para 100 panelistas.	39
4. Correlación entre purga y fuerza de corte del Instron para el jamón reestructurado.	39
5. Correlación entre purga y fuerza de corte del Instron para la mortadela emulsificada.....	39
6. Correlación entre purga y jugosidad del análisis sensorial de aceptación para el jamón reestructurado.	39
7. Correlación entre purga y jugosidad del análisis sensorial de aceptación para mortadela.	39
8. Correlación entre purga y textura del análisis de aceptación para la mortadela emulsificada.....	39

1. INTRODUCCIÓN

El consumo de los productos cárnicos está determinado principalmente por las características sensoriales y la calidad que los mismos poseen; el precio y otros factores como niveles de aceptación dados por tecnología de empaques ocupan un segundo lugar. La exigencia de los consumidores promueve la necesidad de mejorar en la medida de lo posible dichas características sensoriales, de las cuales el sabor, textura y apariencia son las principales, por la cuales el consumidor realiza su decisión de compra (López 2009). Según Verbeke et al. (2010), la aceptación por parte de los consumidores hacia los productos cárnicos está dada por la percepción de que la carne es una fuente rica en proteínas, minerales y vitaminas.

La refrigeración y congelación son, a pesar de ser las más antiguas y comunes, las principales técnicas de conservación de los productos cárnicos. Influye la aplicación de bajas temperaturas que llegan hasta -12°C , lo cual inhibe el crecimiento de microorganismos y reduce la velocidad de las reacciones químicas. Ambos métodos hacen posible alargar la vida de anaquel, con la diferencia de que la refrigeración permite una preservación a mediano plazo, mientras que la congelación conserva los productos a largo plazo (Cilla et al. 2005). La desventaja que presenta la congelación es la expansión de agua que genera la formación de cristales de hielo y la estructura celular tiende a destruirse; debido a esto se recomienda un sistema de congelación rápido, que a diferencia del lento donde se generan cristales de hielo grandes, genera cristales pequeños y el daño en la estructura celular es menor.

Los procesadores del sector cárnico están cada vez más conscientes de que factores como el anterior, cambios en la demanda y la competencia mundial hacen posible la adopción de nuevas tecnologías y el desarrollo de formulaciones con ingredientes nuevos para volver esta industria más atractiva. Según Ganesan et al. (2007), citados por Weiss et al. (2010), las sustancias que actualmente se utilizan junto con cloruro de sodio y potasio son fosfatos, sales de ácidos orgánicos y últimamente carbohidratos como sucrosa y trehalosa.

Trehalosa es un disacárido natural también conocido como mycosa extraído de muchas fuentes. En regiones montañosas de Asia, especialmente Japón, China y Corea, trehalosa es cultivada para posteriormente procesarla y comercializarla para diversos usos. En el área alimenticia de productos cárnicos la trehalosa es valorada por su efecto crioprotector, el cual consiste en mantener la estructura de tejidos gracias a la vitrificación y de esta manera evitar la formación de cristales al ser congelados, pues el agua presente se solidifica en un estado amorfo no cristalino y los cristales son de menor tamaño,

disminuyendo el daño a la estructura cárnica y conservando en buenas condiciones características como la apariencia y textura (Aimei et al. 2004).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la adición de trehalosa en las características sensoriales y físicas de un producto emulsificado y cocido, como la mortadela y un producto reestructurado y cocido, como el jamón.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Evaluar el efecto crioprotector de tres concentraciones de trehalosa en las propiedades físicas, sensoriales y microbiológicas de una mortadela emulsificada y un jamón reestructurado.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el rendimiento de cada uno de los tratamientos.
- Evaluar microbiológicamente el contenido de aerobios mesófilos y coliformes totales de cada tratamiento a los días 0 y 28.
- Evaluar la purga de cada uno de los tratamientos descongelados, después de uno, 14, y 28 días de congelación.
- Evaluar la fuerza de corte de cada uno de los tratamientos descongelados, después de uno, 14, y 28 días de congelación.
- Evaluar sensorialmente la aceptación de los atributos de color, aroma, jugosidad, textura, sabor y aceptación general de cada uno de los tratamientos descongelados, después de uno, 14, y 28 días de congelación.
- Realizar un análisis de preferencia entre el control de jamón reestructurado y el mejor tratamiento de mortadela según el análisis sensorial de aceptación.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 LA TREHALOSA Y SUS PROPIEDADES

La trehalosa es un azúcar que se obtiene naturalmente de setas, hongos, e insectos. Según Kalf y Rieder (1957), ha sido comprobado científicamente que alrededor de ochenta especies, entre plantas, hongos, levaduras, bacterias y hemolinfa de insectos contienen trehalosa. En un inicio fue valorada por su capacidad de brindar protección a biomoléculas contra el estrés ambiental. Se determinó también que la trehalosa permite la crioprotección.

La crioprotección de la trehalosa está dada por su penetración en los tejidos, lo que impide la formación de cristales de hielo cuando la temperatura disminuye. Entre otras características de la trehalosa están la capacidad de brindar resistencia a la salinidad, mantener el metabolismo celular de las plantas, así como su capacidad enzimática en condiciones climáticas no favorables. Sin embargo, como podemos observar en el Cuadro 1, con el paso de los años la trehalosa ha sido aplicada en muchas otras áreas que incluyen además de la biotecnología, la cosmetología, la medicina y por supuesto, el sector alimentario.

Cuadro 1. Aplicación prevista de trehalosa en la manufactura de alimentos.

Tipo de comida	Ejemplos
Alimentos deshidratados	Huevos, vegetales, carne, cereales, frijoles, leche en polvo, sopas
Alimentos Congelados	En general, alimentos cocidos
Productos Confitería	Dulces, chocolates, gomas de mascar
Bebidas	Café, té, jugos de fruta, bebidas lácteas
Alimentos Fermentados	Pan, yogur
Concentrados	Jugos
Tabletas	Suplementos alimenticios
Otros	Helados, salsas, edulcorantes y sazoadores

Fuente: Schiraldi et al. (2002).

Trehalosa es un disacárido con fórmula molecular $C_{12}H_{22}O_{11}$, su peso es 342.31 g/mol y cuando se purifica es deshidratada para distribuirse comercialmente. Algunas propiedades de la trehalosa son mostradas en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Propiedades de la trehalosa.

Solubilidad	68,9 g/100 g H ₂ O a 20 ° C
Dulzor	45 % comparado con sacarosa
Digestibilidad	Digerida y absorbida por el intestino delgado
Estabilidad del pH de la solución	> 99 % (pH 3.5 a 10, a 100 ° C durante 24 h)
Estabilidad del calor de la solución	> 99 % (a 120 ° C durante 90 min)

Fuente: Higashiyama, 2002.

La peculiaridad que diferencia este disacárido de los demás es su fuerte estabilidad, la cual se debe a que el enlace glucósido oxígeno tiene una baja energía (1 kcal mol^{-1}), lo que finalmente no permite la disociación en dos monosacáridos. Esta es la razón por la que la trehalosa es descrita como uno de los azúcares químicamente menos reactivos en la naturaleza. La propiedad física más importante de la trehalosa que la vuelve única es su comportamiento de fusión y la combinación de la misma con su estructura molecular convierte a la trehalosa en un disacárido muy estable (Schiraldi et al. 2002). Esta estabilidad, la cual es favorable durante su procesamiento y almacenamiento también se debe a la alta solubilidad y baja higroscopicidad. Es importante mencionar que el dulzor suave y entre otros, la cariogenicidad baja hacen que la trehalosa sea aplicable en diversas preparaciones alimenticias. Ha sido científicamente comprobado que la trehalosa tiene la capacidad de brindar protección y estabilizar las estructuras, la función de enzimas y la integridad de las membranas aún bajo condiciones de estrés que no sean favorables, desecación, congelamiento, salinidad, oxidación, etc.

2.2 APLICACIÓN DE TREHALOSA EN PRODUCTOS CÁRNICOS

Desde que en 1995 fue permitida la comercialización de trehalosa para uso alimenticio y dadas las características de la misma, fue posible su utilización en una amplia variedad de productos alimenticios en Japón y Europa. El uso de este disacárido en productos cárnicos es actualmente uno de los más empleados (Richards et al. 2001).

Según datos reunidos por las compañías Aobakasei y Hayashibara Shoji ambas de Japón en el año 2002, la trehalosa funciona eficazmente como un crioprotector para surimi, mejorando su textura y el bajo sabor dulce acentúa la calidad del sabor peculiar de este producto. Según Aimei et al. (2004), la trehalosa ayuda en la capacidad de retención de agua en carnes cocidas, ya sea de pollo, res y cerdo, además de brindar protección contra la desnaturalización o deterioro temprano de las proteínas.

Ha sido demostrado que la trehalosa ayuda a preservar la estructura y la funcionalidad de proteínas de la carne tanto durante secado como en el congelamiento. La habilidad de estabilizar las proteínas resulta de los disacáridos que forman enlaces de hidrógeno con las proteínas cuando el agua es removida, esto además previene su desnaturalización (Patist y Zoerb, 2004). Según Smelt et al. (1997), la trehalosa en productos cárnicos tiene mayor efecto protector que otros carbohidratos como sucrosa, glucosa y fructosa. El mismo efecto fue encontrado para este azúcar bajo condiciones de presión.

Otras características que perciben cambios de mejora al emplear trehalosa como ingrediente en productos cárnicos son la elasticidad o textura, y la estabilidad en almacenamiento (Hama 2007). Es importante recalcar que la aplicación de otras técnicas como el empacado al vacío juega un papel fundamental, ya que contribuye a la preservación evitando pérdidas de humedad y oxidación por oxígeno atmosférico, así como la inhibición del crecimiento microbiano (Cilla et al. 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

La elaboración y almacenamiento de la mortadela y jamón de cerdo tuvieron lugar en la Planta de Procesamiento de Productos Cárnicos de Zamorano. Los análisis microbiológicos se realizaron en el laboratorio de la Planta de Procesamiento de Productos Lácteos de Zamorano. Los análisis de textura se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ). Los análisis sensoriales fueron realizados en el salón para evaluación sensorial de Zamorano. Todos los lugares nombrados se encuentran en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en el Valle del Yeguaré, Departamento Francisco Morazán, Honduras.

3.2 MATERIALES

3.2.1 Proceso de obtención de materia prima

La carne de cerdo y res que se usó fue fresca, y obtenida de la Planta de Industria Cárnica de Zamorano, al igual que los demás ingredientes para la preparación de la mortadela y el jamón, a excepción de la trehalosa, la cual fue enviada desde Japón por parte de la empresa Hayasibara Internacional.

3.2.2 Materiales e ingredientes

3.2.2.1 Mortadela

- Carne de pollo deshuesada mecánicamente
- Res 20/80
- Cerdo 50/50
- Hielo
- Harina de trigo
- Proteína concentrada de soya
- Tripolifosfato de sodio
- Eritorbato de sodio
- Nitrito de sodio
- Sal yodada
- Especias
- Bolsa de poliamida
- Bolsas para empacado al vacío

3.2.2.2 Jamón de cerdo

- Cerdo 95/5
- Agua
- Hielo
- Azúcar
- Tripolifosfato de sodio
- Nitrito de sodio
- Eritorbato de sodio
- Sal yodada
- Lactato de sodio
- Especias
- Bolsas para empacado al vacío

3.2.3 Equipo

3.2.3.1 Jamón de cerdo

- Molino de carne Hobart 4146
- Balanza digital UWE, modelo OM 6000
- Masajeadora de carne Gavco, Hollymatic 200, modelo HVT 200
- Embutidora de carne Koch, modelo Frey Konti C120
- Marmita
- Empacadora al vacío Ultravac Koch, modelo UV 2100

3.2.3.2 Mortadela

- Molino de carne Hobart 4146
- Balanza digital UWE, modelo OM 6000
- Cortadora silenciosa Koch, modelo KS 75
- Embutidora de carne Koch, modelo Frey Konti C120
- Marmita
- Empacadora al vacío Ultravac Koch, modelo UV 2100

3.2.3.3 Análisis físico

- Instron modelo 4444
- Balanza digital UWE, modelo OM 6000

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Diseño experimental

Se realizaron dos experimentos, el primero con jamón de cerdo y el segundo con mortadela. Para cada uno de los experimentos se empleó el diseño experimental de

Bloques Completos al Azar, BCA, con cuatro tratamientos y tres repeticiones para la evaluación sensorial. Se midió purga y fuerza de corte en los productos descongelados usando medidas repetidas en el tiempo después de los días 1, 14 y 28 de congelamiento. El análisis microbiológico para contenido de aerobios mesófilos y coliformes totales se realizó en el día cero y 28. Se usaron cuatro tratamientos, los cuales fueron cuatro concentraciones de trehalosa, 0 %, 1 %, 1.5 % y 2 % en base al bloque cárnico.

3.3.2 Tratamientos

Los cuatro tratamientos fueron cuatro concentraciones de trehalosa en base al bloque cárnico, 0, 1, 1.5 y 2 %; siendo el tratamiento con 0 % el control.

3.3.3 Formulación

Se usó como base la formulación de mortadela y jamón de cerdo de la Planta de Industrias Cárnicas de E.A.P. Zamorano, con la cual se calculó el 0, 1, 1.5 y 2 % del bloque cárnico para agregárselo a la formulación (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Formulación para los cuatro tratamientos de jamón de cerdo.

Ingredientes	Tratamiento 1 (%)	Tratamiento 2 (%)	Tratamiento 3 (%)	Tratamiento 4 (%)
Carne de cerdo 95/5	80.51	80.51	80.51	80.51
Agua	6.63	6.63	6.63	6.63
Hielo	5.68	5.68	5.68	5.68
Azúcar	1.42	1.42	1.42	1.42
Lactato de sodio	2.37	2.37	2.37	2.37
Sal yodada	1.89	1.89	1.89	1.89
Especias	0.73	0.73	0.73	0.73
Tripolifosfato de sodio	0.47	0.47	0.47	0.47
Nitrito de sodio	0.25	0.25	0.25	0.25
Eritorbato de sodio	0.05	0.05	0.05	0.05
Trehalosa	0 % del bloque cárnico	1 % del bloque cárnico	1.5 % del bloque cárnico	2 % del bloque cárnico

Cuadro 4. Formulación para los cuatro tratamientos de mortadela.

Ingredientes	Tratamiento 1 (%)	Tratamiento 2 (%)	Tratamiento 3 (%)	Tratamiento 4 (%)
Carne de pollo deshuesada mecánicamente	38.1	38.1	38.1	38.1
Res 20/80	14.29	14.29	14.29	14.29
Cerdo 50/50	13.34	13.34	13.34	13.34
Hielo	19.05	19.05	19.05	19.05
Harina de trigo	9.53	9.53	9.53	9.53
Proteína concentrada de soya	2.86	2.86	2.86	2.86
Tripolifosfato de sodio	0.48	0.48	0.48	0.48
Eritorbato de sodio	0.04	0.04	0.04	0.04
Nitrito de sodio	0.24	0.24	0.24	0.24
Sal yodada	1.67	1.67	1.67	1.67
Especias	0.42	0.42	0.42	0.42
Trehalosa	0 % del bloque cárnico	1 % del bloque cárnico	1.5 % del bloque cárnico	2 % del bloque cárnico

3.3.4 Proceso de elaboración

Se siguieron los procesos pre-establecidos por la Planta de Industrias Cárnicas de E.A.P. Zamorano para la elaboración de mortadela emulsificada (Figura 1) y jamón de cerdo reestructurado (Figura 2).

3.3.4.1 Jamón reestructurado

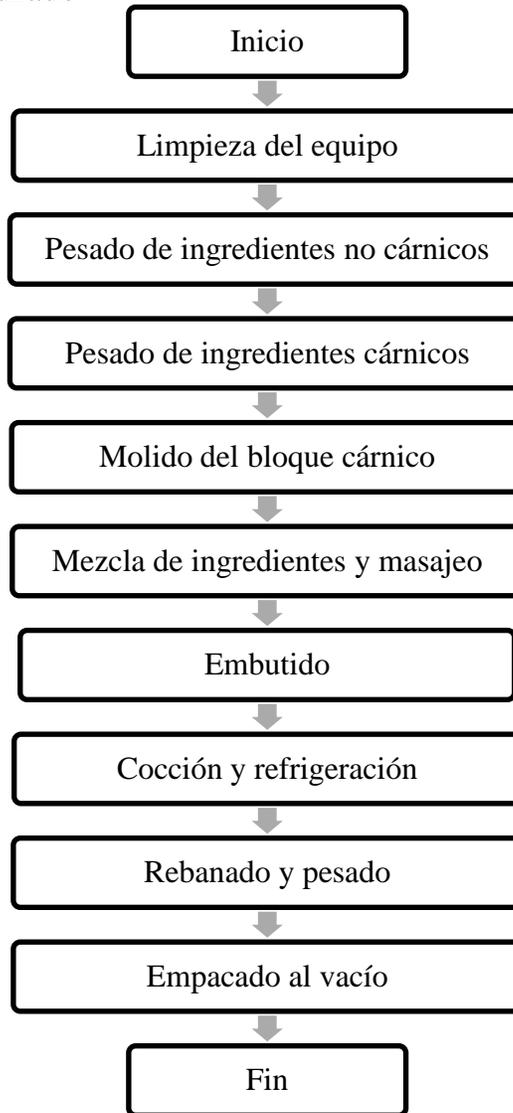


Figura 1. Diagrama de flujo de elaboración del jamón reestructurado.

- **Pesado de ingredientes no cárnicos:** Se pesaron los ingredientes no cárnicos, incluyendo la trehalosa (Figura1).
- **Pesado de ingredientes cárnicos:** Se pesaron los ingredientes cárnicos por separado con la balanza electrónica.
- **Molido de bloque cárnico:** Se molió la carne con un disco de agujeros de 1.8 cm de diámetro.
- **Mezcla de ingredientes y masajeo:** Se colocaron todos los ingredientes dentro de bolsas plásticas, y posteriormente se dejó por 12 horas en la masajeadora al vacío, con el programa de masajeo por 15 minutos y reposo por 15 minutos.
- **Embutido:** Se embutió en bolsas de celulosa.
- **Cocción y enfriado:** Se coció en la marmita a 80 °C por aproximadamente 2.5 horas hasta llegar a una temperatura interna de 72 °C. Finalmente se sumerge el jamón en

agua fría por aproximadamente 25 minutos. El jamón se dejó en el cuarto de refrigeración hasta el día siguiente para entonces ser rebanado.

- **Rebanado y pesado:** Se rebanó el producto en rodajas uniformes y se pesó las porciones por tratamiento y medida a realizarse en el tiempo.
- **Empacado al vacío:** Se empacó el producto en bolsas al vacío con la fecha de elaboración para su control.

3.3.4.2 Mortadela emulsificada

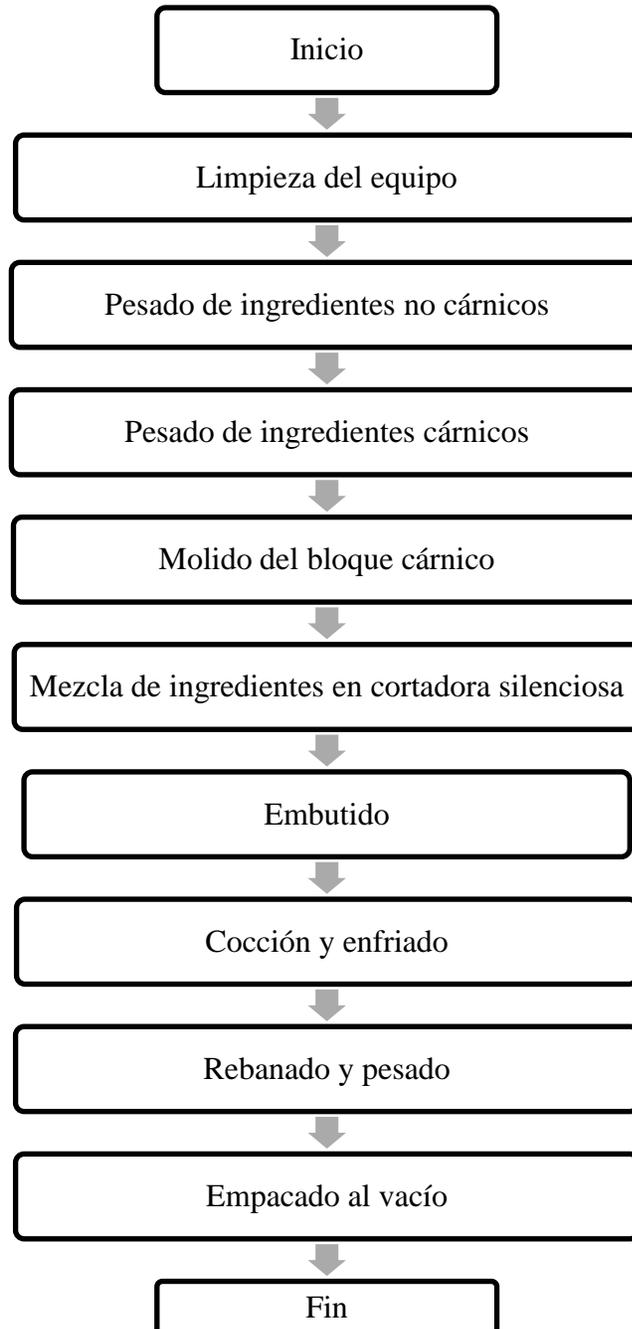


Figura 2. Diagrama de flujo de elaboración de la mortadela emulsificada.

- **Limpieza del equipo:** Se limpió el equipo según lo indica el manual de Practicas Operacionales de Estandarización de Sanitización (Figura 2).
- **Pesado de ingredientes no cárnicos:** Se pesaron los ingredientes no cárnicos, incluyendo la trehalosa.
- **Pesado de ingredientes cárnicos:** Se pesó los ingredientes cárnicos por separado con la balanza electrónica.
- **Molido de bloque cárnico:** Se molió por separado la porción magra y porción grasa con un disco de agujeros de 0.32 cm de diámetro.
- **Mezcla de ingredientes en cortadora silenciosa:** Se procesó en la cortadora la carne magra molida, la mitad del hielo, sal, tripolifosfato de sodio y nitrito de sodio por 3 minutos. Posteriormente se agregó la grasa, la mitad de hielo restante, y los demás ingredientes. Se procesó por 3 minutos más.
- **Embutido:** Se embutió en bolsas de celulosa.
- **Cocción y enfriado:** Se cocinó en la marmita a 80 °C por aproximadamente 3 horas hasta llegar a una temperatura interna de 72 °C. Finalmente se sumergió la mortadela en agua fría por aproximadamente 25 minutos, se dejó en el cuarto de refrigeración hasta el día siguiente para entonces ser rebanado.
- **Rebanado y pesado:** Se rebanó el producto en rodajas uniformes y se pesó las porciones por tratamiento y medida a realizarse en el tiempo.
- **Empacado al vacío:** Se empacó el producto en bolsas al vacío con la fecha de elaboración para su control.

3.3.5 Proceso de congelado

Luego de haber empacado los productos, se congelaron a -17 ± 1.5 °C. Se dejó en congelación por 1, 14 y 28 días.

3.3.6 Proceso de descongelado

Cumplidos los días 1, 14 y 28 de congelación, las muestras respectivas se colocaron en refrigeración por 12 horas a 4.2 ± 0.5 °C para descongelarlas de forma lenta para reducir el daño al producto. Una vez descongelado se realizaron las pruebas sensoriales y físicas al día 1, 14 y 28; y microbiológicas al día 0 y 28.

3.4 RENDIMIENTO

Se determinó el rendimiento porcentual de cada tratamiento de jamón y mortadela según su pérdida de peso durante la cocción.

3.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Se realizó el conteo de aerobios mesófilos y coliformes totales en las repeticiones de los días cero y 28, tanto para las muestras de jamón como para las de mortadela. Estas

pruebas se realizaron en el laboratorio microbiológico de la Planta de Productos Lácteos de Zamorano.

3.6 ANÁLISIS FÍSICOS

3.6.1 Purga

Se midió purga por diferencia de peso entre el producto inicial y el mismo luego del descongelamiento. Para quitar el agua nos ayudamos con papel absorbente.

3.6.2 Fuerza mecánica de corte

Se empleó el Instron 4444 con el acople de guillotina. Se midió la fuerza mecánica de corte en libras fuerza y se analizó en Newtons. Se realizó la prueba en trozos de jamón y mortadela de 2 cm de grueso por 3 cm de largo y 2 cm de alto.

3.7 ANÁLISIS SENSORIAL

3.7.1 Preparación de las muestras para la evaluación sensorial

Se colocaron las muestras dentro de bolsas plásticas las cuales una vez cerradas fueron ubicadas en agua hirviendo por aproximadamente 5 minutos para calentar las muestras a 40 ± 5 °C. Se sacaron las muestras de las bolsas, se cortaron en los pedazos debidos, y las muestras de jamón fueron enrolladas y cruzadas con un palillo de dientes para conservar esta forma mientras eran evaluadas sensorialmente. Se enrollaron las muestras de jamón considerando que tiene en su composición varios músculos que deben sentirse al momento de la evaluación de textura.

3.7.2 Análisis sensorial de aceptación

Se realizó un análisis exploratorio de aceptación en el laboratorio de Análisis Sensorial de la E.A.P. Zamorano. Se usaron 36 panelistas no entrenados para 3 repeticiones con 3 medidas en el tiempo. Para el análisis de aceptación se empleó una escala hedónica de 1 a 9, representando 1 a “Me disgusta extremadamente” y 9 a “Me gusta extremadamente” (Anexos 1 y 2).

3.7.3 Análisis sensorial de preferencia

Se realizó un análisis sensorial de preferencia entre el tratamiento 1 de mortadela (0 % de trehalosa) y el tratamiento con mejores resultados de aceptación. Esta evaluación sensorial se realizó en el puesto de ventas de Zamorano, con un panel de 100 personas consumidoras de embutidos.

3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se evaluaron los resultados mediante el Sistema de análisis estadístico (SAS), versión 9.1. Los datos del análisis sensorial de aceptación y datos de textura, microbiológicos, purga se analizaron por Análisis de varianza (ANDEVA) con separación de medias Tukey.

Se usó Lambda de Wilks para determinar la respuesta a través del tiempo y la posible interacción entre los tratamientos y el tiempo. Se analizó estadísticamente la correlación entre la purga y otros atributos del jamón y mortadela (textura del instron, jugosidad y textura de la evaluación sensorial de aceptación). Se realizó un análisis de preferencia cuyos datos se analizaron con la prueba T-Student, con una significancia de 95 % para determinar si una era estadísticamente preferida sobre la otra.

3.9 ANÁLISIS DE COSTOS VARIABLES

Se realizó el análisis de costos variables para las formulaciones de jamón y mortadela de la planta de cárnicos y para los tratamientos con contenido de trehalosa (1, 1.5 y 2 %).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RENDIMIENTO

Cómo se puede observar en el Cuadro 5, no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre ninguno de los tratamientos, tanto para jamón como para mortadela, por lo que la trehalosa no tuvo ningún efecto sobre el rendimiento. Los resultados tienen soporte según lo establecido por Medina y Garrote (2001), el rendimiento está dado por condiciones como la temperatura de cocción, tiempo de masajeo y la relación existente de agua y carne, las cuales tienen gran influencia en la solubilidad y extracción de las proteínas.

Cuadro 5. Rendimiento en jamón y mortadela.

Tratamiento	Jamón Media \pm DE° (NS)	Mortadela Media \pm DE (NS)
0 %	81.00 \pm 2.34	91.60 \pm 0.85
1 %	80.57 \pm 2.10	90.94 \pm 2.74
1.5 %	80.90 \pm 0.36	90.96 \pm 1.27
2 %	80.67 \pm 2.14	90.41 \pm 0.44
CV (%)†	2.54	1.43

(NS): No significativo ($P > 0.05$).

°DE: Desviación estándar.

†CV: Coeficiente de variación.

4.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Como se puede observar en los Cuadros 6 y 7, la trehalosa no tuvo ningún efecto sobre el conteo de aerobios mesófilos y coliformes totales, tanto para jamón, como para mortadela. No hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos. Los tratamientos tampoco cambiaron a través del tiempo ($P > 0.05$).

Cuadro 6. Resultados de aerobios mesófilos y coliformes totales (Log10 UFC/g) a los días cero y 28 en jamón reestructurado.

Tratamiento	Día 0 (NS)		Día 28 (NS)	
	A. mesófilos Media \pm DE ^o	Coliformes totales Media \pm DE	A. mesófilos Media \pm DE	Coliformes totales Media \pm DE
0 %	2.74 \pm 0.14	<1	3.58 \pm 0.32	<1
1 %	2.76 \pm 0.10	<1	3.44 \pm 0.36	<1
1.5 %	2.80 \pm 0.05	<1	3.61 \pm 0.36	<1
2 %	2.80 \pm 0.10	<1	3.55 \pm 0.20	<1
CV (%)†	4.11		9.56	

(NS): No significativo (P > 0.05).

^oDE: Desviación estándar.

†CV: Coeficiente de variación.

La inhibición del crecimiento microbiano en productos cárnicos se atribuye a otros ingredientes, como la sal y algunas especias. Los niveles de trehalosa no influyeron en presencia de estos otros ingredientes.

Cuadro 7. Resultados de aerobios mesófilos y coliformes totales (Log10 UFC/g) a los días cero y 28 en mortadela emulsificada.

Tratamiento	Día 0 (NS)		Día 28 (NS)	
	A. mesófilos Media \pm DE ^o	Coliformes totales Media \pm DE	A. mesófilos Media \pm DE	Coliformes totales Media \pm DE
0 %	2.70 \pm 0.13	<1	3.53 \pm 0.34	<1
1 %	2.76 \pm 0.09	<1	3.63 \pm 0.06	<1
1.5 %	2.78 \pm 0.06	<1	3.69 \pm 0.12	<1
2 %	2.68 \pm 0.03	<1	3.72 \pm 0.21	<1
CV (%)†	3.60		6.51	

(NS): No significativo (P > 0.05).

^oDE: Desviación estándar.

†CV: Coeficiente de variación.

4.3 ANÁLISIS FÍSICOS

4.3.1 Purga y fuerza de corte en el jamón reestructurado

La fuerza de corte se mantuvo constante en el tiempo para los tratamientos de 0, 1 y 1.5 % para los días 14 y 28 habiendo una diferencia significativa en comparación con el día 1. Para reducir la purga en jamón fue necesario adicionar 1.5 y 2 % de trehalosa (Cuadro 8). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Lins et al. (2004), quienes comprobaron el efecto de “encapsulamiento” del agua debido a la trehalosa, evitando así la purga.

Entre tratamientos se observó que hubo un aumento significativo ($P < 0.05$) de la fuerza de corte a medida que la concentración de trehalosa aumentó (Cuadro 9). La fuerza de corte aumentó con estos mismos porcentajes. La formulación del producto reestructurado tiene más ingredientes, la matriz cárnica será más compacta y fuerza de corte tiene que ser mayor. Según Crowe et al. (1984), la trehalosa tiene la capacidad de interactuar mucho mejor si la matriz es grasa y de esta manera encajar entre los grupos polares de las cabezas de los fosfolípidos con los que interactúa mediante sus hidroxilos; esta es la posible razón por la cual el jamón presenta un efecto menos significativo ante la trehalosa en comparación a la mortadela.

Cuadro 8. Análisis físico de valor porcentual de purga en jamón reestructurado.¹

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media \pm DE ^o	Media \pm DE	Media \pm DE
0 %	6.71 \pm 1.73 ^{a(x)}	7.93 \pm 1.14 ^{a(x)}	8.29 \pm 1.10 ^{a(x)}
1 %	6.10 \pm 1.10 ^{ab(x)}	6.16 \pm 0.67 ^{ab(x)}	6.38 \pm 0.87 ^{ab(x)}
1.5 %	3.81 \pm 0.37 ^{ab(x)}	4.02 \pm 0.56 ^{bc(x)}	5.10 \pm 1.22 ^{b(x)}
2 %	3.32 \pm 0.48 ^{b(y)}	3.81 \pm 0.58 ^{c(xy)}	4.02 \pm 0.77 ^{b(x)}
CV (%) [†]	22.9	14.33	16.62

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.

Cuadro 9. Análisis físico de fuerza de corte en Newton para jamón reestructurado.¹

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media \pm DE ^o	Media \pm DE	Media \pm DE
0 %	15.37 \pm 0.42 ^{ab(x)}	10.18 \pm 0.45 ^{d(y)}	10.57 \pm 0.65 ^{b(y)}
1 %	14.76 \pm 0.16 ^{b(x)}	11.92 \pm 0.56 ^{c(y)}	10.83 \pm 0.66 ^{b(y)}
1.5 %	15.59 \pm 0.38 ^{ab(x)}	13.49 \pm 0.56 ^{b(y)}	12.81 \pm 0.15 ^{a(y)}
2 %	16.07 \pm 0.35 ^{a(x)}	15.99 \pm 0.25 ^{a(x)}	13.25 \pm 0.38 ^{a(y)}
CV (%) [†]	2.04	3.66	4.50

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 Purga y fuerza de corte en la mortadela emulsificada

En la mortadela se observó que hubo un aumento significativo (P<0.05) de purga y a la vez una reducción significativa (P<0.05) en la fuerza de corte en la medida que aumentó el tiempo de congelación, siendo el tiempo un factor significativo (Cuadro 10). Por otro lado, entre tratamientos se observó que a mayor concentración de trehalosa la fuerza de corte aumentó significativamente (P<0.05), mientras que la purga disminuyó significativamente (P<0.05). Para reducir la purga en mortadela al día 28 de congelación fue necesario adicionar 1.5 y 2 % de trehalosa (Cuadro 11).

Cuadro 10. Análisis físico de valor porcentual de purga en mortadela emulsificada.¹

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media \pm DE ^o	Media \pm DE	Media \pm DE
0 %	1.68 \pm 0.33 ^{a(y)}	3.30 \pm 1.09 ^{a(x)}	4.58 \pm 0.47 ^{a(x)}
1 %	0.81 \pm 0.33 ^{b(y)}	2.80 \pm 1.40 ^{ab(xy)}	4.65 \pm 0.46 ^{a(x)}
1.5 %	0.52 \pm 0.25 ^{b(y)}	2.08 \pm 1.62 ^{b(xy)}	3.54 \pm 0.34 ^{b(x)}
2 %	0.36 \pm 0.13 ^{b(x)}	1.99 \pm 1.82 ^{b(x)}	2.15 \pm 0.41 ^{c(x)}
CV (%) [†]	26.72	14.36	8.37

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 resultados coinciden con Cilla et al. (2005), quienes sostienen que durante la congelación los lípidos y proteínas de la matriz cárnica sufren cambios en su estructura, modificando la textura, el agua líquida se transforme en hielo, lo cual provoca la formación de cristales, cuyas aristas causan el daño por rompimiento de la estructura o matriz cárnica, siendo esta la causa del aumento de purga y disminución de la fuerza de corte, pues el agua contenida no puede ser retenida si la estructura ha sufrido estos cambios. El congelamiento rápido puede ser la solución, pues permite la formación de cristales de hielo pequeños y por ende el producto sufre un daño menor; sin embargo, tomando en cuenta los costos en los que la industria se vería obligada a incurrir con esta tecnología, la trehalosa se perfila como una alternativa por su propiedad de vitrificación, la cual consiste en hacer que una sustancia líquida no se cristalice, sino se solidifique en un estado amorfo y no cristalino (Hama, 2007 – Citado por López, L. 2009).

Cuadro 11. Análisis físico de fuerza de corte en Newton para mortadela emulsificada.¹

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media \pm DE ^o	Media \pm DE	Media \pm DE
0 %	3.92 \pm 0.29 ^{c(x)}	3.18 \pm 0.47 ^{b(y)}	2.12 \pm 0.47 ^{b(z)}
1 %	4.34 \pm 0.24 ^{b(x)}	3.57 \pm 0.20 ^{ab(y)}	3.12 \pm 0.27 ^{ab(z)}
1.5 %	4.15 \pm 0.13 ^{a(x)}	4.13 \pm 0.29 ^{ab(x)}	3.26 \pm 0.41 ^{ab(x)}
2 %	4.98 \pm 0.08 ^{a(x)}	4.92 \pm 0.33 ^{a(xy)}	4.09 \pm 0.27 ^{a(y)}
CV (%) [†]	2.74	8.72	13.31

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

4.4.1 Análisis de aceptación del jamón reestructurado

4.4.1.1 Color

Para el atributo color el tiempo tuvo efecto sobre las respuestas de los panelistas (P<0.05), disminuyendo estas, a través de los días uno, 14 y 28. En la escala de aceptación usada los resultados oscilan entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho” (Cuadro 12). El tratamiento más aceptado fue 2 % de trehalosa al día uno de congelación, mientras al día 14 los distintos niveles de trehalosa no generaron un efecto significativo en la aceptación de color. Al día 28 de congelación no hubo diferencias significativas entre 1.5 % y 2 % de trehalosa (P>0.05), siendo estos los más aceptados; el 2 % de trehalosa tuvo un efecto en los panelistas desde el día 14 en adelante; Según datos de la USDA, sal, nitratos de sodio y potasio, nitritos y ahora muchas veces, azúcares son utilizados en carnes de cerdo para preservarlas y desarrollar el color. El color es un parámetro de aceptación muy evaluado en estos productos y es una característica muy importantes en la

decisión de compra; la trehalosa se usa porque al ser un azúcar no reductor no da lugar a la reacción de Maillard y no modificará el color de los productos (Cargill Specialty Food Ingredients 2004).

Cuadro 12. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Color” del jamón.¹

Tratamiento	Día 1	Día 14 (NS)	Día 28
	Media ± DE ^o	Media ± DE	Media ± DE
0 %	7.09 ± 1.05 ^{bc(x)}	7.16 ± 1.19 ^(x)	6.72 ± 1.14 ^{b(x)}
1 %	6.87 ± 1.00 ^{c(y)}	7.25 ± 0.93 ^(x)	6.71 ± 0.94 ^{b(y)}
1.5 %	7.31 ± 0.99 ^{b(x)}	7.25 ± 0.99 ^(x)	7.13 ± 0.81 ^{a(x)}
2 %	7.77 ± 0.91 ^{a(x)}	7.28 ± 0.84 ^(y)	7.04 ± 0.96 ^{a(y)}
CV (%)†	13.90	13.78	13.34

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).

†CV: Coeficiente de variación.

NS: Probabilidad no significativa.

4.4.1.2 Aroma

Para el atributo aroma el tiempo tuvo un efecto sobre las respuestas de los panelistas (P<0.05), sin embargo, del día 14 en adelante la aceptación del aroma se mantuvo constante y sólo el control presentó una disminución en la aceptación del aroma de los panelistas hasta el día 28 (Cuadro 13). Al día uno el tratamiento con 2 % de trehalosa tuvo un efecto significativo en la percepción del olor en los panelistas situado en las calificaciones “me gusta moderadamente” a “me gusta mucho”; estas calificaciones son iguales a aquellas recibidas previamente para el atributo color. Al día 1 y 28 de congelación hubo diferencias significativas (P>0.05) entre los tratamientos 1.5 % y 2 %.

Cuadro 13. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Olor” del jamón.¹

Tratamiento	Día 1	Día 14 (NS)	Día 28
	Media ± DE ^o	Media ± DE	Media ± DE
0 %	7.09 ± 1.14 ^{b(x)}	6.25 ± 0.90 ^(y)	6.59 ± 0.95 ^{ab(z)}
1 %	7.15 ± 1.01 ^{b(x)}	6.34 ± 0.67 ^(y)	6.53 ± 0.73 ^{ab(y)}
1.5 %	7.29 ± 0.97 ^{b(x)}	6.50 ± 0.50 ^(y)	6.69 ± 0.66 ^{a(y)}
2 %	7.91 ± 0.98 ^{a(x)}	6.42 ± 0.74 ^(y)	6.39 ± 0.63 ^{b(y)}
CV (%)†	13.94	11.25	11.21

1: Medias en 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.

NS: Probabilidad no significativa.

4.4.1.3 Jugosidad

En el análisis sensorial de aceptación para el atributo de jugosidad del jamón el tiempo tuvo un efecto significativo en las respuestas de los panelistas (Cuadro 14). El tratamiento con 2 % de trehalosa tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) en la aceptación de jugosidad de los panelistas al día uno y 14 de congelación. Los tratamientos 1.5 % y 2 % se comportaron de la misma forma a través del tiempo, observándose una disminución de la percepción de la jugosidad. A pesar de la comprobada capacidad de retención de agua de la trehalosa, los resultados de purga para jamón en este estudio son altos. El tratamiento con 2 % de trehalosa generó una percepción de jugosidad por parte de los panelistas con calificaciones de “me gusta moderadamente” a “me gusta mucho”.

Cuadro 14. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Jugosidad” del jamón.¹

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media \pm DE ^o	Media \pm DE	Media \pm DE
0 %	7.10 \pm 1.13 ^{b(x)}	4.83 \pm 0.59 ^{c(z)}	5.24 \pm 0.49 ^{a(y)}
1 %	7.04 \pm 1.21 ^{b(x)}	4.95 \pm 0.46 ^{c(z)}	5.32 \pm 0.59 ^{a(y)}
1.5 %	7.38 \pm 1.07 ^{b(x)}	5.81 \pm 0.63 ^{b(y)}	4.94 \pm 0.91 ^{b(z)}
2 %	7.91 \pm 1.19 ^{a(x)}	6.30 \pm 0.66 ^{a(y)}	5.16 \pm 0.69 ^{ab(z)}
CV (%) [†]	15.66	10.70	12.97

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.

4.4.1.4 Textura

En el Cuadro 15 se puede observar que el jamón con 2 % de trehalosa fue el más aceptado en textura por los panelistas; este tratamiento disminuye de la calificación “me gusta mucho” al día uno a “me disgusta poco” al día 28. El tiempo tuvo un efecto significativo en las respuestas de los panelistas ($P < 0.05$), observándose una disminución en la aceptación de la textura a través de los días uno, 14 y 28 en todos los tratamientos. Hamma (2007) sostiene que carnes con trehalosa retienen más agua, no presentan desnaturalización de proteínas y la estructura de las membranas se mantiene gracias al efecto crioprotector por vitrificación que la trehalosa brinda.

Cuadro 15. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Textura” del jamón.¹

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media \pm DE ^o	Media \pm DE	Media \pm DE
0 %	7.09 \pm 1.02 ^{c(x)}	4.72 \pm 0.62 ^{c(y)}	3.54 \pm 0.69 ^{c(z)}
1 %	7.21 \pm 0.96 ^{bc(x)}	4.82 \pm 0.67 ^{c(y)}	3.66 \pm 0.63 ^{c(z)}
1.5 %	7.56 \pm 0.91 ^{b(x)}	5.28 \pm 0.53 ^{b(y)}	4.13 \pm 0.77 ^{b(z)}
2 %	8.06 \pm 1.15 ^{a(x)}	5.72 \pm 0.68 ^{a(y)}	4.58 \pm 0.57 ^{a(z)}
CV (%) [†]	13.51	11.87	16.62

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.

4.4.1.5 Sabor

Para el atributo sabor se encontraron diferencias para los días uno y 14 pero no para el día 28 (Cuadro 16). Los tratamientos también presentaron diferencias a través de los días (P<0.05). Nuevamente los tratamientos recibieron calificaciones cercanas a “me gusta mucho” en el día uno, pero éstas declinaron hasta “ni me gusta ni me disgusta” al día 28. A pesar de que la trehalosa posee un dulzor de 45 % referente a la sacarosa (Patist y Zoerb 2004), el único tratamiento que mantuvo la posición alta a través de los dos días (uno y 14) fue el de 2 % de trehalosa.

Cuadro 16. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Sabor” del jamón.¹

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28 (NS)
	Media \pm DE ^o	Media \pm DE	Media \pm DE
0 %	7.47 \pm 1.10 ^{b(x)}	5.31 \pm 0.92 ^{bc(y)}	5.31 \pm 0.90 ^(y)
1 %	7.34 \pm 0.96 ^{b(x)}	5.11 \pm 0.69 ^{c(z)}	5.43 \pm 0.81 ^(y)
1.5 %	7.60 \pm 0.85 ^{b(x)}	5.58 \pm 0.83 ^{ab(y)}	5.44 \pm 0.62 ^(y)
2 %	8.01 \pm 1.15 ^{a(x)}	5.76 \pm 1.08 ^{a(y)}	5.16 \pm 0.69 ^(z)
CV (%) [†]	13.43	16.33	14.36

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.

NS: Probabilidad no significativa.

4.4.1.6 Aceptación general

Las medias de la calificación de aceptación general para el jamón fueron significativamente diferente en los tres días del estudio y a través del tiempo ($P < 0.05$) (Cuadro 17). Nuevamente se observa como los valores disminuyen de “me gusta mucho” a “ni me gusta, ni me disgusta”. Estas calificaciones concuerdan con aquellas recibidas en los atributos sabor y textura. Los tratamientos que son igualmente aceptados a los días uno y 14 son los de 1.5 y 2 % de trehalosa, aunque al día 28 el de 2 % fue mejor aceptado que el de 1.5 %.

Cuadro 17. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Aceptación” del jamón.¹

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media \pm DE ^o	Media \pm DE	Media \pm DE
0 %	7.46 \pm 1.03 ^{bc(x)}	5.12 \pm 0.75 ^{b(y)}	4.45 \pm 0.52 ^{c(z)}
1 %	7.16 \pm 0.97 ^{c(x)}	5.18 \pm 0.58 ^{b(y)}	4.56 \pm 0.96 ^{c(y)}
1.5 %	7.60 \pm 0.85 ^{ab(x)}	5.83 \pm 0.80 ^{a(y)}	5.20 \pm 0.53 ^{b(z)}
2 %	7.93 \pm 1.13 ^{a(x)}	6.06 \pm 0.65 ^{a(y)}	5.94 \pm 0.65 ^{a(y)}
CV (%) [†]	13.27	11.84	13.24

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.

4.4.2 Análisis de aceptación de la mortadela emulsificada

4.4.2.1 Color

Para el atributo color, el tiempo tuvo efecto significativo ($P < 0.05$) en las respuestas de los panelistas (Cuadro 18). Sin embargo, la aceptación del color para el tratamiento de 2 % de trehalosa fue igual durante los tres días del estudio, a diferencia de los otros tres tratamientos, donde a partir del día 14 hubo una mayor aceptación del color. Información proveniente de Cargill Specialty Food Ingredients en 2004, asegura que al ser la trehalosa un azúcar no reductor no reacciona con proteínas y por ende no se da la reacción de Maillard, manteniendo así el color de las estructuras alimenticias. La misma fuente menciona que la trehalosa es incolora en solución y por eso no distorsiona el color natural de los productos a los que es agregado. Al día 28 de congelación el tratamiento con 1.5% de trehalosa fue el que tuvo mayor aceptación en color en los panelistas, quienes lo calificaron de “me gusta moderadamente” a “me gusta mucho”.

Cuadro 18. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Color” de la mortadela.¹

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media ± DE ^o	Media ± DE	Media ± DE
0 %	6.93 ± 1.44 ^{b(y)}	6.93 ± 1.11 ^{b(y)}	7.56 ± 1.00 ^{b(x)}
1 %	7.12 ± 1.22 ^{ab(y)}	6.89 ± 1.03 ^{b(y)}	7.61 ± 0.72 ^{b(x)}
1.5 %	7.33 ± 1.13 ^{ab(y)}	7.35 ± 0.77 ^{a(y)}	7.90 ± 0.65 ^{a(x)}
2 %	7.54 ± 1.04 ^{a(x)}	7.34 ± 0.75 ^{a(x)}	7.52 ± 0.79 ^{b(x)}
CV (%)†	16.82	11.62	10.38

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.

4.4.2.2 Aroma

En el Cuadro 19 se puede observar que los tratamientos no tuvieron un efecto significativo en la percepción del olor al día uno de congelación. Al día 28, 0, 1 y 1.5 % no hubo diferencias significativas (P>0.05). La percepción del aroma en mortadela a los días 14 y 28 es el mismo, con una calificación de “me gusta poco” para los tratamientos de 1.5 y 2 % de trehalosa. Bressani (2006) en su trabajo de investigación asegura que usualmente no hay diferencias significativas en el aroma de emulsiones como mortadela por adición de nuevos ingredientes, puesto que las especias y los condimentos que se utilizan en su elaboración brindan aromas y sabores más marcados y característicos.

Cuadro 19. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Olor” de la mortadela.¹

Tratamiento	Día 1 (NS)	Día 14	Día 28
	Media ± DE ^o	Media ± DE	Media ± DE
0 %	6.87 ± 1.47 ^(x)	5.37 ± 0.49 ^{d(z)}	6.71 ± 1.12 ^{a(y)}
1 %	6.94 ± 1.29 ^(x)	5.58 ± 0.55 ^{c(z)}	6.92 ± 0.93 ^{a(y)}
1.5 %	7.05 ± 1.23 ^(x)	6.30 ± 0.66 ^{a(y)}	6.99 ± 0.92 ^{a(y)}
2 %	7.31 ± 1.17 ^(x)	6.08 ± 0.51 ^{b(y)}	6.28 ± 0.64 ^{b(y)}
CV (%)†	18.19	9.53	11.92

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.

NS: Probabilidad no significativa.

4.4.2.3 Jugosidad

En el Cuadro 20 se observa que el tiempo tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) en las respuestas de los panelistas en todos los tratamientos, observándose una disminución en la aceptación de jugosidad a través de los tres días del estudio. Para el día 14 de congelación hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre todos los tratamientos, siendo el de 2 % de trehalosa el que mayor efecto significativo produjo en la aceptación de jugosidad. Este tratamiento fue el que más retuvo agua entre tratamientos, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en los análisis físicos previos. A los días uno y 28 tratamientos 0, 1 y 1.5 % no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre sí (Cuadro 20).

Cuadro 20. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Jugosidad” de la mortadela.¹

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media \pm DE ^o	Media \pm DE	Media \pm DE
0 %	6.64 \pm 1.64 ^{b(x)}	5.27 \pm 0.54 ^{d(y)}	4.76 \pm 0.61 ^{b(z)}
1 %	6.96 \pm 1.37 ^{ab(x)}	5.56 \pm 0.50 ^{c(y)}	4.81 \pm 0.52 ^{ab(z)}
1.5 %	7.07 \pm 1.35 ^{ab(x)}	6.07 \pm 0.56 ^{b(y)}	4.64 \pm 0.70 ^{b(z)}
2 %	7.38 \pm 1.17 ^{a(x)}	6.50 \pm 0.57 ^{a(y)}	5.00 \pm 0.50 ^{a(z)}
CV (%)†	19.86	8.93	12.24

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.

López (2009) asegura que la forma como está formada la estructura cárnica es un factor que influye en el efecto de los ingredientes que contiene la formulación. En este caso, la mortadela es una emulsión donde la agregación de la grasa y la proteína interactúan directamente con la trehalosa y contribuye a la disminución de pérdida de agua

4.4.2.4 Textura

El tiempo tuvo un efecto significativo en las respuestas de los panelistas para la aceptación de la textura, observándose una disminución de esta aceptación a través de los tres días del estudio. En el Cuadro 21 se puede apreciar que al día 14 el tratamiento con 2 % de trehalosa tuvo más efecto significativo sobre los panelistas en la aceptación de la textura que el resto de los tratamientos. La textura de la mortadela fue más aceptada a niveles de 2 % de trehalosa, con calificaciones de “me gusta poco” a “ni me gusta ni me disgusta”; estos resultados tienen soporte de lo investigado por Aimei et al. (2004), los cuales sostienen que la trehalosa favorece el proceso de descongelamiento, reduce el daño producido por las aristas de los cristales a la estructura cárnica y mantiene la apariencia y textura.

Cuadro 21. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Textura” de la mortadela.¹

Tratamiento	Día 1 (NS)	Día 14	Día 28
	Media \pm DE ^o	Media \pm DE	Media \pm DE
0 %	6.89 \pm 1.34 ^(x)	5.35 \pm 0.50 ^{d(y)}	4.06 \pm 0.58 ^{c(z)}
1 %	6.95 \pm 1.39 ^(x)	5.70 \pm 0.46 ^{c(y)}	4.72 \pm 0.56 ^{b(z)}
1.5 %	7.08 \pm 1.18 ^(x)	6.24 \pm 0.58 ^{b(y)}	4.72 \pm 0.61 ^{b(z)}
2 %	7.34 \pm 1.16 ^(x)	6.60 \pm 0.53 ^{a(y)}	5.34 \pm 0.64 ^{a(z)}
CV (%) [†]	17.99	8.62	12.57

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.

NS: Probabilidad no significativa.

4.4.2.5 Sabor

El tiempo tuvo un efecto significativo (P<0.05) en las respuestas de los panelistas y se presentaron diferencias significativas entre algunos tratamientos (Cuadro 22). Al día uno, el tratamiento más aceptado fue el de 2 % de trehalosa con una calificación de “me gusta moderadamente”, misma que declinó a “me disgusta un poco” al día 28. El tratamiento con 1.5 % de trehalosa tuvo un mayor aceptación en la percepción del sabor del panelista al día 14 de congelación. La aceptación por parte de los panelistas disminuyó considerablemente a través del tiempo en el día 28 respecto a los demás días, resultados que coinciden con los obtenidos para el atributo aroma, esto se atribuye a que el sabor se ve más afectado por las especias y otros condimentos (Bressani 2006).

Cuadro 22. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Sabor” de la mortadela.¹

Tratamiento	Día 1	Día 14	Día 28
	Media \pm DE ^o	Media \pm DE	Media \pm DE
0 %	7.06 \pm 1.38 ^{b(x)}	7.06 \pm 0.53 ^{b(x)}	4.94 \pm 0.95 ^{b(y)}
1 %	7.29 \pm 1.22 ^{ab(x)}	7.18 \pm 0.47 ^{b(x)}	5.73 \pm 0.65 ^{a(y)}
1.5 %	7.24 \pm 1.27 ^{ab(x)}	7.70 \pm 0.53 ^{a(y)}	5.68 \pm 0.84 ^{a(z)}
2 %	7.58 \pm 1.08 ^{a(x)}	6.44 \pm 0.60 ^{c(y)}	4.87 \pm 0.93 ^{b(z)}
CV (%) [†]	17.00	7.53	16.02

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.

4.4.2.6 Aceptación general

En el Cuadro 23 se puede apreciar que el tiempo tuvo efecto significativo en las calificaciones de aceptación general por parte de los panelistas. Los resultados del día uno no son estadísticamente significativos. Al día 14 de congelación se observó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos siendo el de 2 % de trehalosa el más aceptado. La calificación “me gusta poco” para aceptación general de mortadela al día 14 y el día 28 es igual. Aunque el dulzor de la trehalosa es bajo, en un panel sensorial realizado (Portmann y Birch, 1995) se demostró una preferencia de 85 % hacia el sabor de la trehalosa comparado con la sacarosa.

Cuadro 23. Análisis sensorial de aceptación para el atributo “Aceptación” de la mortadela.¹

Tratamiento	Día 1 (NS)	Día 14	Día 28
	Media \pm DE ^o	Media \pm DE	Media \pm DE
0 %	7.11 \pm 1.28 ^(x)	5.02 \pm 0.58 ^{d(y)}	4.76 \pm 1.07 ^{c(z)}
1 %	7.31 \pm 1.09 ^(x)	5.36 \pm 0.65 ^{c(y)}	5.62 \pm 0.54 ^{ab(y)}
1.5 %	7.23 \pm 1.09 ^(x)	5.94 \pm 0.56 ^{b(y)}	5.57 \pm 0.55 ^{b(z)}
2 %	7.41 \pm 1.13 ^(x)	6.40 \pm 0.55 ^{a(y)}	5.83 \pm 0.57 ^{a(z)}
CV (%) [†]	15.84	10.34	13.15

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.

NS: Probabilidad no significativa.

4.4.3 Análisis sensorial de preferencia para mortadela

El análisis sensorial de preferencia entre el control y el tratamiento con mejores resultados en el análisis de aceptación (1 % de trehalosa), determinó que con el voto de 58 panelistas frente a 42 (Cuadro 24), el tratamiento 1 (0 % de trehalosa) fue preferido sobre el tratamiento 2 (1 % de trehalosa). Sin embargo, al no igualar o sobrepasar 61 votos (Anexo 3), la diferencia no fue significativa ($P > 0.05$), ambos tratamientos fueron igualmente preferidos, aumentar trehalosa a 1 % no dio resultados estadísticamente superiores en la preferencia de los panelistas.

Cuadro 24. Resultados del análisis sensorial de preferencia.¹

Tratamiento	Cantidad de panelistas que prefirieron cada tratamiento
0 % de trehalosa	58 ^(a)
1 % de trehalosa	42. ^(a)

1: Valores con igual letra son estadísticamente iguales según la prueba T-student.

4.5 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

4.5.1 Correlación entre purga y fuerza de corte del Instron para el jamón reestructurado y la mortadela emulsificada

Existe una correlación significativa inversa entre la purga y la fuerza de corte necesaria para el jamón reestructurado, es decir, a mayor purga, menor fuerza de corte. (Anexo 4). Por otro lado, existe una correlación significativa inversa entre la purga y la fuerza de corte necesaria para la mortadela emulsificada, es decir, a mayor purga, menor fuerza de corte. (Anexo 5). Esto concuerda con Crowe et al. (1984) quienes aseguran que está demostrado que la trehalosa es capaz de proteger y estabilizar la estructura de las membranas durante la deshidratación favoreciendo la permanencia en estado fluido de los lípidos; así las estructuras se vuelven más suaves y estables.

4.5.2 Correlación entre purga y jugosidad del análisis sensorial de aceptación para el jamón reestructurado y la mortadela emulsificada

Existe una correlación significativamente inversa entre la purga y la jugosidad según el análisis sensorial de aceptación para el jamón reestructurado, es decir, a menor purga, mayor jugosidad. (Anexo 6). Por otra parte, hay una correlación significativamente inversa entre la purga y la jugosidad del análisis sensorial de aceptación para la mortadela emulsificada, es decir, a mayor porcentaje de purga, disminuye la aceptación de la jugosidad (Anexo 7). La disminución de la purga implica una mayor jugosidad en la estructura cárnica. El efecto de la trehalosa es retener esa agua, encapsulándola y así mantener la jugosidad que se ve afectada durante la descongelación.

4.5.3 Correlación entre purga y textura del análisis de aceptación para la mortadela emulsificada

Existe una correlación significativamente inversa entre la purga y la textura según el análisis sensorial de aceptación para la mortadela emulsificada, es decir, a mayor porcentaje de purga, disminuye la aceptación de la textura (Anexo 8). El aumento en la purga tiene como resultado en la mortadela una textura pastosa y desagradable, por lo que la trehalosa además de retener agua, posee su efecto crioprotector que disminuye la formación de cristales grandes que dañan la textura.

4.6 ANÁLISIS DE COSTOS

En los Cuadros 25 y 27 se pueden observar los costos variables de la formulación de jamón reestructurado y mortadela emulsificada de la planta de cárnicos. Los Cuadros 26 y 28 nos muestran los costos variables de los 4 tratamientos por producto cuya formulación incluyó 0, 1, 1.5 y 2 % de trehalosa.

4.6.1 Costos del jamón reestructurado

Cuadro 25. Costos variables de la formulación original del jamón reestructurado de la planta de cárnicos.

Ingredientes	Cantidad (Kg)	Costo (L/Kg)	Costo total
Carne de cerdo 95/5	80.51	36.00	2898.36
Agua	6.63	0.01	0.04
Hielo	5.68	0.01	0.03
Azúcar	1.42	12.23	17.37
Lactato de sodio	2.37	61.00	144.57
Sal yodada	1.89	12.50	23.63
Especias	0.73	82.71	60.38
Tripolifosfato de sodio	0.47	48.00	22.56
Nitrito de sodio	0.25	19.00	4.75
Eritorbato de sodio	0.05	110.00	5.50
Costos variables (L)			3177.19

Los costos variables del jamón incrementaron a mayor porcentaje de trehalosa se añadió a la formulación; sin embargo el incremento entre el tratamiento cuatro, el cual tuvo el mayor porcentaje de trehalosa (2 %) y el tratamiento uno (sin trehalosa) fue de 1.8 lempiras por kilogramos de producto (Cuadro 26).

Cuadro 26. Costos variables de tratamientos 1, 2, 3 y 4 de jamón reestructurado.

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Costos variables de formulación (L)	3177.19	3177.19	3177.19	3177.19
Costo trehalosa (L)	0	96.6	144.9	193.2
Costo bolsas para empacado (L)	364.5	364.5	364.5	364.5
Etiquetas (L)	291.6	291.6	291.6	291.6
Costos variables totales (L)	3833.29	3929.89	3978.19	4026.49
Peso previo a cocción (Kg)	100	100.81	101.21	101.61
Rendimiento (%)	81.00	80.57	80.90	80.67
Peso final (Kg)	81.00	81.22	81.88	81.97
L/Kg	47.32	48.38	48.59	49.12

4.6.2 Costos de la mortadela emulsificada

Cuadro 27. Costos variables de la formulación original de la mortadela emulsificada de la planta de cárnicos.

Ingredientes	Cantidad (Kg)	Costo (L/Kg)	Costo total
Carne de pollo deshuesada mecánicamente	38.10	20.90	796.29
Res 20/80	14.29	4.40	62.88
Cerdo 50/50	13.34	48.40	645.66
Hielo	19.05	0.01	0.11
Harina de trigo	9.53	14.63	139.42
Proteína concentrada de soya	2.86	26.00	74.36
Tripolifosfato de sodio	0.48	48.00	23.04
Eritorbato de sodio	0.04	110.00	4.40
Nitrito de sodio	0.24	19.00	4.56
Sal yodada	1.67	12.50	20.88
Especias	0.42	203.59	85.33
Costos variables (L)			1856.93

Se observó un incremento de los costos variables por la adición de la trehalosa; el incremento entre el tratamiento con 0 y 2 % de trehalosa fue de 1.57 lempiras por kilogramo de mortadela, el cual resulta menor al incurrido en el jamón, que fue 1.8 L/Kg (Cuadros 26 y 28). El incremento en el jamón es mayor puesto que la cantidad de trehalosa añadida está dada por el bloque cárnico, el cual es mayor en el jamón que en la mortadela (Cuadros 25 y 27).

Cuadro 28. Costos variables de tratamientos 1, 2, 3 y 4 de mortadela emulsificada.

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Costos variables de formulación (L)	1856.93	1856.93	1856.93	1856.93
Costo trehalosa (L)	0	78.9	118.3	157.8
Costo bolsas de poliamida (L)	150	150	150	150
Costo bolsas para empacado (L)	412.28	412.28	412.28	412.28
Etiquetas (L)	329.82	329.82	329.82	329.82
Costos variables totales (L)	2749.03	2827.93	2867.33	3482.83
Peso previo a cocción (Kg)	100.02	100.68	101.01	101.33
Rendimiento (%)	91.60	90.94	90.96	90.41
Peso final (Kg)	91.62	91.56	91.88	91.61
L/Kg	30.01	30.89	31.21	31.73

5. CONCLUSIONES

- La trehalosa no tuvo ningún efecto sobre el rendimiento, tanto para el jamón, como para la mortadela.
- La adición de trehalosa no tuvo ningún efecto sobre el conteo de aerobios mesófilos y coliformes totales tanto para jamón, como para mortadela.
- La purga en mortadela aumentó a través del tiempo y sólo niveles de 1.5 % y 2 % redujeron la purga con relación al control, mientras que la purga en jamón se mantuvo estable a través del tiempo y niveles de 1.5 % la redujeron con relación al control.
- La fuerza de corte disminuyó a través del tiempo. La adición de trehalosa a partir de 1.5 % en jamón y 2 % en mortadela aumentó la fuerza de corte al día 28.
- Los datos obtenidos de purga y fuerza de corte para jamón son superiores a los obtenidos para mortadela debido a la interacción de la trehalosa con los dos productos elaborados de maneras distintas.
- El descenso en la calificación en la aceptación sensorial de los productos en este estudio demostró que la trehalosa no tuvo un efecto significativo favorable en la percepción de los panelistas y no evitó la percepción de daño por congelamiento a través del tiempo.
- Según el análisis sensorial de aceptación el tratamiento con 1 % de trehalosa en mortadela y 2 % en jamón fueron las más aceptadas en comparación al control.

6. RECOMENDACIONES

- Si se desea elaborar productos congelados como jamón y mortadela lo recomendable es utilizar 1.5 % de trehalosa en jamón y 2 % de trehalosa en mortadela.
- Realizar más estudios de adición de trehalosa en otros productos cárnicos.
- Para la realización de otros trabajos de investigación, evaluar la posibilidad de elaborar productos cárnicos en tandas como las de la planta de cárnicos Zamorano para verificar cambios en resultados y posibles errores.

7. LITERATURA CITADA

Agencia Española de Seguridad Alimentación y Nutrición. 2009. Tabla de decisiones autorización de nuevos alimentos. España. Consultado 26 oct. 2010. Disponible en: http://www.aesan.msc.es/AESAN/docs/docs/cadena_alimentaria/TABLA_DECISIONES_AUTORIZACION_NUEVOS_ALIMENTOS.pdf

Aimei, Z; Benjakul S; Pan K; Gong J. y Liu X. 2004. Cryoprotective effects of trehalose and sodium lactate on tilapia (*Sarotherodon nilotica*) surimi during frozen storage. China. South China Agricultural University. 54 p.

Bressani, G. 2006. Evaluación sensorial de una mortadela elaborada a base de diferentes niveles de inclusión de carne mecánicamente deshuesada (MDM) de pollo. Tesis Licenciatura en Zootecnia, Ciudad de Guatemala, Guatemala, Universidad de San Carlos, Guatemala. 42 p.

Cargill Specialty Food Ingredients. Trehalosa: un azúcar diferente. Consultado 4 sep. 2010. Disponible en: <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/7236-un-azucar-diferente>

Cilla I; Martínez L; Beltrán J. y Roncalés P. 2005. Efecto de la preservación por bajas temperaturas en la calidad de un jamón seco y curado: Jamón deshuesado refrigerado y cortes de jamón congelados. España. Universidad de Zaragoza. 10 p.

Crowe, J; Crowe; Chapman, D. 1984. Preservation of membranes in anhydrobiotic organisms. The role of trehalose. Science 223: p. 209 – 217.

Ganesan, K; Zoerb, H; Mullally, G; Weigle, D. y Adams, T. 2007. Ingredient systems comprising trehalose, food products containing trehalose, and methods of making same. Patent No. US, 2007-670920, 20071220-20071247.

Hama, K. 2007. Trehalosa en alimentos congelados, Hayashibara International. Okayama, Japón. Universidad e Hokkaido. Consultado 13 sep. 2010. Disponible en: <http://www.hayashibara-intl.com/spain/pdfs/Trehalosefood.pdf>

Higashiyama, T. 2002. Novel functions and applications of trehalose. Hayashibara Biochemical Laboratory, Inc. Japón. Pure Appl. Chem., Vol. 74, No. 7, p. 1263-1269

Kalf, G. y Rieder, S. 1957. The purification and properties of trehalase. United States of America. Yale University. Consultado el 12 sep. 2010. Disponible en: www.jbc.org/content/230/2/691.full.pdf

Lins, R. 2004. Trehalose-protein interaction in aqueous solutions. *Proteins* 55: 177-186.

López, L. 2009. Evaluación del efecto crioprotector de tres concentraciones de trehalosa sobre propiedades sensoriales y físicas de un chorizo ahumado. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Consultado el 3 sep. 2010.

Medina, J. R. y Garrote, R. L. 2001. Determinantes condiciones de lavado durante la preparación de surimi de surubí (*Pseudoplatystome coruscans*) usando como metodología respuesta de superficie. *Journal of Food Science*, Vol. 70, No. 4, p. C298-C306.

Nieto, P; Flores, J; Bermell, S. y Alberola, J. 2000. Cambios en los ácidos grasos de los lípidos del jamón durante el proceso de curado: I. Magro de jamón. *Revista de agroquímica y tecnología de alimentos*, Vol. 4, p. 599-607.

Patist, A. y Zoerb, H. 2004. Preservation mechanisms of trehalose in food and biosystems. Cargill Inc. Research Center, Minneapolis, USA.

Portmann, M.O. y Birch, G.G. 1995. Sweet taste and solution properties of a,a-trehalose. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 69, p. 275–281.

Richards A; Krakowka, S; Dexter, L; Schmid, H; Wolterbeek, A; Waalkens-Berendsen y Shigoyuk, A. y Kurimoto Sikorskia, M. 2001. Trehalose: a review of properties, history of use and human tolerance, and results of multiple safety studies. USA. Ohio State University. p.871.

Schiraldi, C; Di Lernia, I. y De Rosa, M. 2002. Trehalose production: exploiting novel approaches. *Trends in Biotechnology*. Vol. 20, No. 10, p. 15.

Smelt, J.P.P.M; Rijke, A.G.F. y Wouters, P.C. 1997. Inactivation of Microorganisms by High Pressure' in *The properties of Water in Foods*. Blackie Academic & Professional, London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras. p. 398 – 417.

United States Department of Agriculture, USDA. 2007. Preparación de las carnes: Jamón y la Inocuidad Alimentaria. Consultado 14 sep. 2010. Disponible en: http://www.fsis.usda.gov/es/Jamon_y_la_Inocuidad_Alimentaria/index.asp

Verbeke, W; Pérez-Cueto, F. J. A.; de Barcellos, M. D; Krystallis, A. y Grunert, K. G. 2010. European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork. *Meat Science*, Vol. 84, p. 284–292.

Weiss, J; Gibis, M; Schuh, V. y Salminen, H. 2010. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. Department of Food Structure and

Functionality; Institute of Food Science and Biotechnology. University of Hohenheim, Germany. 199 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Hoja para evaluación sensorial de aceptación del jamón de cerdo.

EVALUACIÓN SENSORIAL “JAMÓN DE CERDO”

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____.

Coma un poco de galleta y beba un poco de agua para limpiar su paladar. Repita este procedimiento antes y después de evaluar cada muestra. Muerda la muestra en la forma en que se le presentó, es decir enrollado. Marque una X en el espacio que crea más adecuado dentro de cada descriptor.

Escala para descriptores de ACEPTACIÓN

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

Muestra J323

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

Observaciones:

Muestra J246

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

Observaciones:

Muestra J357

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

Observaciones:

Muestra J479

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

Observaciones:

Anexo 2. Hoja para evaluación sensorial de aceptación de la mortadela.

EVALUACIÓN SENSORIAL “MORTADELA”

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____.

Coma un pedazo de galleta, beba un sorbo de agua para limpiar su paladar. Repita este procedimiento antes y después de evaluar cada muestra.

Escriba una X en el espacio que crea más adecuado dentro de cada descriptor.

Escala para descriptores de ACEPTACIÓN

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

Muestra J323

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

Observaciones:

Muestra J246

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

Observaciones:

Muestra J357

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

Observaciones:

Muestra J479

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Olor									
Jugosidad									
Textura									
Sabor									

Observaciones:

Anexo 3. Tabla T-Student para 100 panelistas.

Número de panelistas	Nivel de significancia (%)
	95
100	61

Anexo 4. Correlación entre purga y fuerza de corte del Instron para el jamón reestructurado.

Ítem	Correlación	Probabilidad
Purga – Fuerza de corte	-0.84	0.0006

Anexo 5. Correlación entre purga y fuerza de corte del Instron para la mortadela emulsificada.

Ítem	Correlación	Probabilidad
Purga – Fuerza de corte	-0.72	0.0088

Anexo 6. Correlación entre purga y jugosidad del análisis sensorial de aceptación para el jamón reestructurado.

Ítem	Correlación	Probabilidad
Purga - Jugosidad	-0.65	0.0001

Anexo 7. Correlación entre purga y jugosidad del análisis sensorial de aceptación para mortadela.

Ítem	Correlación	Probabilidad
Purga - Textura	-0.50	0.0001

Anexo 8. Correlación entre purga y textura del análisis de aceptación para la mortadela emulsificada.

Ítem	Correlación	Probabilidad
Purga – Textura	-0.412	0.0001

