



# INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TIERRA BLANCA

## MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

FORMULACIÓN DE UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT  
MODIFICADA CON OLEOGELES DE ACEITES VEGETALES  
ESTRUCTURADOS CON CERA DE ABEJA

### TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS Y  
BIOTECNOLOGÍA

PRESENTA:

ING. OSIEL MAGNOL CHÁVEZ ALFARO

COMITÉ TUTORIAL:

DRA. ELIZABETH DEL CARMEN VARELA SANTOS

DRA. GILDA AVENDAÑO VÁSQUEZ

DRA. KAREN AYLIN VARGAS GARCÍA

DRA. KARINA BUSTOS RAMÍREZ

TIERRA BLANCA, VER., A 06 DE MARZO DEL 2024



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TIERRA BLANCA**

**DICTAMEN DE LA COMISION DICTAMINADORA**

Tierra Blanca, Ver., a 23/Febrero/2024

**DRA. KARINA BUSTOS RAMIREZ**  
**SUBDIRECTOR DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

Los que suscriben, miembros de la comisión revisora, una vez concluido y analizado los contenidos de la Tesis de Maestría que presenta el C.:

**Osiel Magnol Chávez Alfaro**

Con el título de:

**“FORMULACIÓN DE UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT MODIFICADA CON OLEOGELES DE ACEITES VEGETALES ESTRUCTURADOS CON CERA DE ABEJA”**

Determinan que es aceptada, como requisito parcial para la obtención del grado de Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología.

**ATENTAMENTE**

**PRESIDENTE**      **Dra. Gilda Avendaño Vásquez**

**SECRETARIO**      **Dra. Elizabeth del Carmen Varela Santos**

**VOCAL**              **Dra. Karen Aylin Vargas García**

**VOCAL SUPLENTE**      **Dra. Karina Bustos Ramírez**



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TIERRA BLANCA

ORDEN DE IMPRESIÓN

FECHA: 29 DE FEBRERO DE 2024  
DEPENDENCIA: SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
OFICIO NÚM: OFICIO No. ITSTB/SPeI/006  
ASUNTO: ORDEN DE IMPRESIÓN

**C. OSIEL MAGNOL CHAVEZ ALFARO**  
CANDIDATA A LA MAESTRÍA EN CIENCIA DE LOS ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA  
PRESENTE

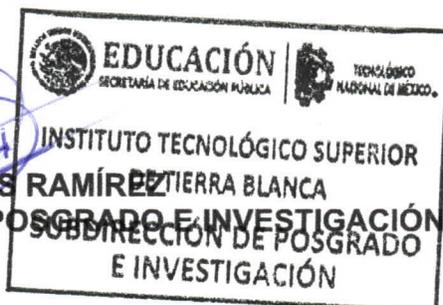
De acuerdo con los requisitos para la obtención del grado de los lineamientos para la operación de los estudios de posgrado de los Institutos Tecnológicos, dependientes del Tecnológico Nacional de México y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la comisión revisora le hizo respecto a su trabajo profesional titulado:

**“Formulación de una salchicha tipo Frankfurt modificada con oleogeles de aceites vegetales estructurados con cera de abeja”**

Comunico a Usted, que tienen la autorización, para que proceda a la impresión de su trabajo de tesis.

ATENTAMENTE

  
DRA. KARINA BUSTOS RAMÍREZ  
SUBDIRECTORA DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



c.c.p. Archivo

	<b>INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TIERRA BLANCA</b>
	<b>FORMATO DE ASIGNACIÓN DE FECHA DE ACTO DE RECEPCIÓN PROFESIONAL</b>

FECHA: 1 DE MARZO DE 2024  
 DEPENDENCIA: SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
 OFICIO NÚM: OFICIO No. ITSTB/SPeI/005  
 ASUNTO: ACTO DE RECEPCIÓN PROFESIONAL

**C. OSIEL MAGNOL CHAVEZ ALFARO**  
 CANDIDATA A LA MAESTRÍA EN CIENCIA DE LOS ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

**PRESENTE**

Por medio de la presente le informo, la fecha, hora y lugar en que se desarrollara su acto examen de grado:

Fecha: 06 de marzo de 2024

Hora: 12:00 p.m

Lugar: Sala de Titulación del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

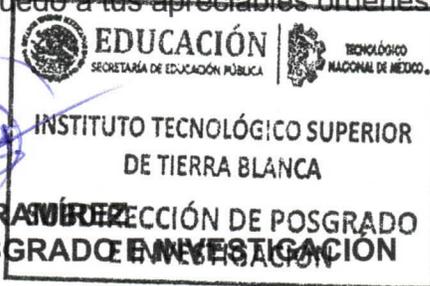
Cuyo jurado queda de la siguiente forma:

Presidenta: Dra. Gilda Avendaño Vásquez  
 Secretario: Dra.Elizabeth del Carmen Varela Santos  
 Vocal: Dra. Karen Aylin Vargas García  
 Vocal Suplente: Dra.Karina Bustos Ramírez

Sin más por el momento quedo a tus apreciables órdenes.

**ATENTAMENTE**

**DRA. KARINA BUSTOS RAMÍREZ**  
 SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



c.c.p. Departamento de Servicios Escolares para su elaboración correspondiente.  
 c.c.p. Archivo

## CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la ciudad de Tierra Blanca Veracruz el día 06 de marzo del año 2024 el (la) que suscribe Osiel Magnol Chávez Alfaro del programa de Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología del TecNM/Superior de Tierra Blanca , manifiesta que es autor(a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de Dra. Elizabeth del Carmen Varela Santos y cede los derechos del trabajo titulado “Formulación de una salchicha tipo Frankfurt modificada con oleogeles de aceites vegetales estructurados con cera de abeja” al Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo.



Osiel Magnol Chávez Alfaro

Nombre y firma

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE LA TESIS

C. Osiel Magnol Chávez Alfaro estudiante en el programa de Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Veracruz, como autor(a) de la tesis presentada y registrada para la obtención del título de Maestro en Ciencias con el título: “Formulación de una salchicha tipo Frankfurt modificada con oleogeles de aceites vegetales estructurados con cera de abeja” dirigida por: Dra. Elizabeth del Carmen Varela Santos

**Declaro que:**

La tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con lo establecido por el artículo 168 de la ley federal de derechos de autor.

Del mismo modo, asumo frente al TecNM/Superior de Tierra Blanca cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad del contenido de la tesis.

Tierra Blanca, Veracruz, a 06 de marzo del 2024



Osiel Magnol Chávez Alfaro

---

Nombre y firma

## **AGRADECIMIENTOS**

Por ello agradezco principalmente a Dios por haberme dado la oportunidad de existencia, de vivir plenamente y sobre todo de tener una gran familia que me apoya en todo momento, por regalarme a los mejores padres que haya podido pedir, de brindarme la salud que me mantiene firme, de esta y muchas cosas que al momento me están llevando a concluir una meta más en este camino llamado destino.

El ITSTB se presentó en mis caminos al tomar la decisión de cursar un posgrado, 2 años que esta casa de estudios y programa me acobijó y abrió sus puertas, donde agradezco plenamente la confianza que me brindaron las Dras. que lideraron este proyecto, Dra. Elizabeth y Dra. Gilda, agradezco la amistad prestada de cada compañero y profesores del posgrado que me animaron y motivaron durante mi estancia. Finalmente agradezco la atención prestada tanto profesional como de amistad del psicólogo Víctor Campos quién me aconsejó y formó parte del crecimiento emocional y profesional que tuve durante toda mi estancia.

Gracias a todos.

## **AGRADECIMIENTOS ESPECIALES**

### **\* COVEICYDET**

Extiendo un grato agradecimiento al COVEICYDET por el recurso brindado a este proyecto el cual se desglosa del proyecto titulado: implementación de organogeles estructurados con bioceras en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt financiado con clave CP 0311 1813/23

### **\* CONAHCYT**

Por este medio expreso agradecimientos especiales al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología por haberme brindado una beca de manutención durante 24 meses, tiempo que equivalieron a los dos años de estancia como estudiante de tiempo completo con No. De CVU: 1175904 en el Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Veracruz.

### **\*UTCV**

Finalmente extiendo agradecimientos especiales a los profesores: Dr. Mario luna Flores, Dra. Fátima Barreda Huerta y MC. Licet Bello Luna, encargados del laboratorio de alimentos de la universidad tecnológica del centro de Veracruz por permitir a su servidor utilizar el equipo para determinación del análisis del perfil de textura realizado para este proyecto.

## **DEDICATORIA**

La vida me regaló dos grandes padres, Jeú Oridel Chávez Rodríguez y Ana Floricel Alfaro López que a lo largo del tiempo con sus consejos y apoyo incondicional hoy cuentan con un profesionalista más en la familia. Gracias a ellos por ser mis motivos principales de seguir adelante y obtener cada logro obtenido. Porque este es el resultado de la buena educación que me han brindado siendo motivo de dedicación de este logro y de muchos más.

También dedico este trabajo a todas aquellas personas que creyeron en mí, que me animaron y apoyaron en todo momento durante todo el trayecto sabiendo que a pesar de altas y bajas nunca me di por vencido, que gracias a Dios el que nos da la vida, la razón de existencia, nunca me abandonó, manteniéndome ferviente y constante.

# ÍNDICE

RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	2
2.1. Embutido.....	2
2.2. Tipos de embutidos.....	3
2.3. Salchicha .....	4
2.3.1. Atributos importantes en una salchicha.....	6
2.4. Textura en los alimentos .....	8
2.4.1. Importancia de la textura en las salchichas .....	10
2.5. Tipos de salchichas.....	11
2.5.1. Salchicha Frankfurt .....	12
2.7. Organogel .....	14
2.7.1. Mecanismo de formación de un oleogel .....	17
2.7.2. Agentes gelificantes .....	18
2.7.3. Ceras naturales.....	20
2.7.4. Cera de abeja.....	21
2.7.5. Aplicaciones de los Organogeles.....	24
2.7.6. Aplicaciones de Oleogeles en la industria alimentaria .....	25
2.7.7. Aplicaciones de las ceras.....	26
2.8. Aceites.....	27
2.8.1. Tipos de aceites.....	28
2.8.2. Aceite de canola .....	29
2.8.3. Aceite de Soya.....	31
3. JUSTIFICACIÓN.....	33
4. HIPÓTESIS .....	34
5. OBJETIVOS .....	35
5.1. General.....	35
5.2. Específicos .....	35
6. METODOLOGÍA .....	36

6.1.	Preparación de los oleogeles .....	36
6.2.	Preparación de la salchicha.....	37
6.3.	Análisis proximal.....	38
6.3.1.	Determinación de humedad.....	38
6.3.2.	Determinación de cenizas.....	39
6.3.3.	Determinación de grasas .....	40
6.3.4.	Determinación de proteína.....	40
6.3.5.	Determinación de Actividad de agua (Aw) .....	41
6.3.6.	Determinación de pH .....	41
6.3.7.	Determinación de acidez titulable .....	42
6.4.	Determinación de color instrumental.....	42
6.5.	Determinación de fuerza de incisión .....	43
6.6.	Análisis del perfil de textura (APT) .....	43
6.7.	Análisis microbiológico .....	44
6.8.	Evaluación sensorial .....	44
6.9.	Análisis experimental.....	44
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
7.1.	Análisis proximal y Aw .....	46
7.3.	Determinación de los parámetros de color CIEL*a*b* y $\Delta E$ .....	49
7.5.	Determinación del perfil de textura .....	52
7.7.	Evaluación sensorial .....	57
8.	CONCLUSIONES.....	61
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	62
10.	ANEXOS.....	74
	Anexo 5.....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición bromatológica de una salchicha tipo Frankfurt (Lozano, 2019). .....	13
Tabla 2. Composición de la cera de abeja (Tanleque, 2019). .....	22
Tabla 3. Obtención de diferentes tipos de aceites (PROFECO 2019).....	29
Tabla 4. Porcentajes de ácidos grasos obtenidos en siete variedades de soya estudiadas (Lafont <i>et al.</i> , 2014).....	32
Tabla 5. Formulación de salchicha Frankfurt (Wolfer <i>et al.</i> , 2018). .....	37
Tabla 6. Análisis proximal de las formulaciones de salchichas tipo Frankfurt. ....	47
Tabla 7. Determinación del pH y acidez en salchichas tipo Frankfurt .....	48
Tabla 8. Determinación del color instrumental utilizando el modelo CIEL*a*b* .....	49
Tabla 9. Valor medio del análisis de textura en las salchichas con sustitución de grasa por oleogel y control a 0 y 21 días de almacenamiento en refrigeración 4°C. .....	54
Tabla 11. Evaluación microbiológica 21 días después de la elaboración de las salchichas.....	57
Tabla 12. Batería de concentraciones para la determinación de proteína .....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Volúmenes (ton) de producción de carnes frías (COMECARNE 2023). ..	3
Figura 2. Evolución de la producción de carnes frías respecto al tiempo (COMECARNE 2023).....	5
Figura 3. Analizador de Textura (Brookfield 2023). .....	9
Figura 4. Fases para la formación del oleogel (Benjamin 2019). .....	15
Figura 5. Modificaciones químicas aplicables a los triacilglicéridos (Martínez., 2013). .....	16
Figura 6. Red de organogelificantes, a) partículas sólidas.....	18
Figura 7. Clasificación de los organogeles (Andrade, <i>et al</i> , 2019). .....	20
Figura 8. Estructura química de los ácidos grasos (Martínez., <i>et al</i> 2013).....	30
Figura 9. Oleogelificación de los aceites de soya y canola .....	36
Figura 10. Obtención de las salchichas.....	38
Figura 11. Estufa de secado Ecoshel.....	39
Figura 12. Mufla LEF-203-P0 .....	39
Figura 13. Equipo soxhlet.....	40
Figura 14. Medidor de Aw HD-6 water activity meter .....	41
Figura 15. Potenciómetro OHAUS ST2100.....	41
Figura 16. Colorímetro digital .....	42
Figura 17. Esclerómetro digital.....	43
Figura 18. Efecto de cada tratamiento sobre la fuerza de incisión en N ( $p<0.05$ ) en el día 0 y 21 después de su elaboración. ....	51
Figura 19. Análisis sensorial de las salchichas tipo Frankfurt de acuerdo a los atributos de textura ( $p<0.05$ ). ....	58
Figura 20. Análisis sensorial de las salchichas tipo Frankfurt de acuerdo a una escala de grado de aceptación ( $P<0.05$ ).....	59

## RESUMEN

Se elaboraron cinco formulaciones de salchichas tipo Frankfurt sustituyendo la grasa por oleogeles de aceites de canola y soya estructurados con cera de abeja los cuales pueden representar ventajas mejorando su calidad nutricional y propiedades texturales. Cada formulación con diferente porcentaje de oleogel: TC o control = 100% grasa, T1= 100% canola, T2= 50%Canola T3= 100% soya y T4= 50% soya analizados al día 0 y 21 de su elaboración. Se le determinó un análisis proximal presentando del 63 al 66% de lípidos, resultado influenciado por la grasa de la carne, proteína del 8% hasta un 10%, el porcentaje de humedad entre un 37 y 43% y de un 2.9% a 3.29% de cenizas, datos aceptados según la NMX-F-065-1984. La sustitución de la grasa únicamente provocó diferencias visuales en T3 de acuerdo al  $\Delta E$  mayor a 3. Así mismo los tratamientos T1 y T3 mostraron una mayor fuerza de incisión de 11 y 12 N respecto a los 7 N de TC debido a la presencia de aceites vegetales estructurados. En el perfil de textura, la dureza de TC, T2 y T4 no presentaron diferencias significativas en un rango 297.67 – 355.83gf, lo que fue congruente con los datos de fuerza de incisión. La adhesividad fue de 0.35, 0.41 y 0.37mJ en TC, T1 y T3 siendo menores estadísticamente las formulaciones T2 y T4 al día 21 al igual que la cohesividad. Las salchichas con oleogel presentaron un 20% de elasticidad mayor que TC. Para pegajosidad y masticabilidad se necesitó mayor fuerza aplicada comparadas con TC de 70gf a 200gf en T3 y masticabilidad de 626gf a 2015gf necesarios para triturar lo suficiente y sin embargo, formulaciones del 50 al día 21 se acercaron más a los valores de TC. Las pruebas microbiológicas resultaron libres de microorganismos mesófilos aerobios incluyendo *E coli*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella ssp.*, resultados que también se puede atribuir a una buena estabilidad del pH y acidez (6.8-6) y aw (0.92 y 0.95), mismo que permitió realizar una evaluación sensorial concluyendo que el efecto de la sustitución de grasa produjo un efecto más significativo sobre las propiedades de textura mayor pronunciado en T1 y T3, mientras que, T2 y T4 mostraron resultados similares a salchichas control, sin embargo T2 sería la mejor opción por la utilización del aceite de canola el cual es considerado de menor cantidad de ácidos grasos.

**Palabras claves:** Salchicha, grasas saturadas, oleogel, cera.

## **ABSTRACT**

Five formulations of Frankfurter-type sausages were elaborated substituting the fat with oleogels of canola and soybean oils structured with beeswax, which may represent advantages by improving their nutritional quality and textural properties. Each formulation with different percentage of oleogel: TC or control = 100% fat, T1= 100% canola, T2= 50% canola, T3= 100% soybean and T4= 50% soybean were analyzed at day 0 and 21 of their elaboration. A proximate analysis was determined, showing 63 to 66% lipids, a result influenced by the fat in the meat, protein from 8% to 10%, moisture percentage between 37 and 43% and 2.9% to 3.29% ash, data accepted according to NMX-F-065-1984. Fat substitution only caused visual differences in T3 according to the  $\Delta E$  greater than 3. Likewise, treatments T1 and T3 showed a higher incision force of 11 and 12 N with respect to the 7 N of TC due to the presence of structured vegetable oils. In the texture profile, the hardness of CT, T2 and T4 showed no significant differences in a range 297.67 - 355.83gf, which was congruent with the incision force data. Adhesiveness was 0.35, 0.41 and 0.37mJ in TC, T1 and T3 being statistically lower in T2 and T4 formulations at day 21 as well as cohesiveness. The sausages with oleogel presented 20% more elasticity than TC. For stickiness and chewiness, higher applied force was needed compared to CT from 70gf to 200gf at T3 and chewiness from 626gf to 2015gf needed to crush sufficiently, however, formulations from day 50 to day 21 were closer to CT values. Microbiological tests were found to be free of aerobic mesophilic microorganisms including *E coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella ssp*, These results can also be attributed to a good stability of pH and acidity (6.8-6) and  $a_w$  (0.92 and 0.95), which allowed a sensory evaluation, concluding that the effect of fat substitution produced a more significant effect on the texture properties, more pronounced in T1 and T3, while T2 and T4 showed similar results to control sausages; however, T2 would be the best option due to the use of canola oil, which is considered to have a lower amount of fatty acids.

**Key words:** Sausage, saturated fat, oleogel, wax.

## 1. INTRODUCCIÓN

La salchicha es un producto embutido que forma parte de la clasificación de las carnes frías, comprende en la obtención de una emulsión a base de carne de cerdo, res o ave las cuales se le añade una fracción de grasa del mismo animal además de diferentes sales y/o especies para conservación y sabor y que por igual se somete a un proceso térmico o curado según sea el caso. En la actualidad se producen diferentes tipos de salchichas, como la viena, Frankfurt, salchichón y cocktail que se consumen en productos de comida rápida como los hot dogs o bocadillos, asadas, como ingrediente de algún platillo específico, en ensaladas, etc.

Los productos embutidos presentan un gran impacto dentro del mercado alimentario puesto que son alimentos de mayor adquisición y consumo por millones de personas. Año por año en México se elaboran más de 1 millón de toneladas de productos del sector cárnico, representando el 23% de la industria alimentaria donde las salchichas representan el 51% de la producción encontrándose dentro de la oferta de alimentos como el mayor producto consumido dentro de las carnes frías según el consejo mexicano de la carne en el 2023. A raíz de ser un producto de alto consumo y que su composición se basa en una parte considerable de grasa saturada (grasa del animal) tiende a la preocupación de generar o acelerar enfermedades relacionadas a su consumo. Sin embargo, hoy en día se estudian diferentes maneras de sustitución de esta grasa para evitar su consumo excesivo y sea aceptado en la sociedad como es el caso de la organogelación.

En la actualidad la estructuración de aceites en oleogeles (aceite y un agente gelante) es un método para la reducción o el reemplazamiento de las grasas poco saludables (grasas saturadas, hidrogenadas y *trans*) en los productos alimenticios. Con las recientes implementaciones de los oleogeles comestibles en productos para untar, panadería, confitería, lácteos y cárnicos, uno de los alimentos dispuestos a reformulaciones para el caso de la sustitución de grasas en unos de los productos cárnicos con mayor consumo son las salchichas.

## **2. MARCO TEÓRICO**

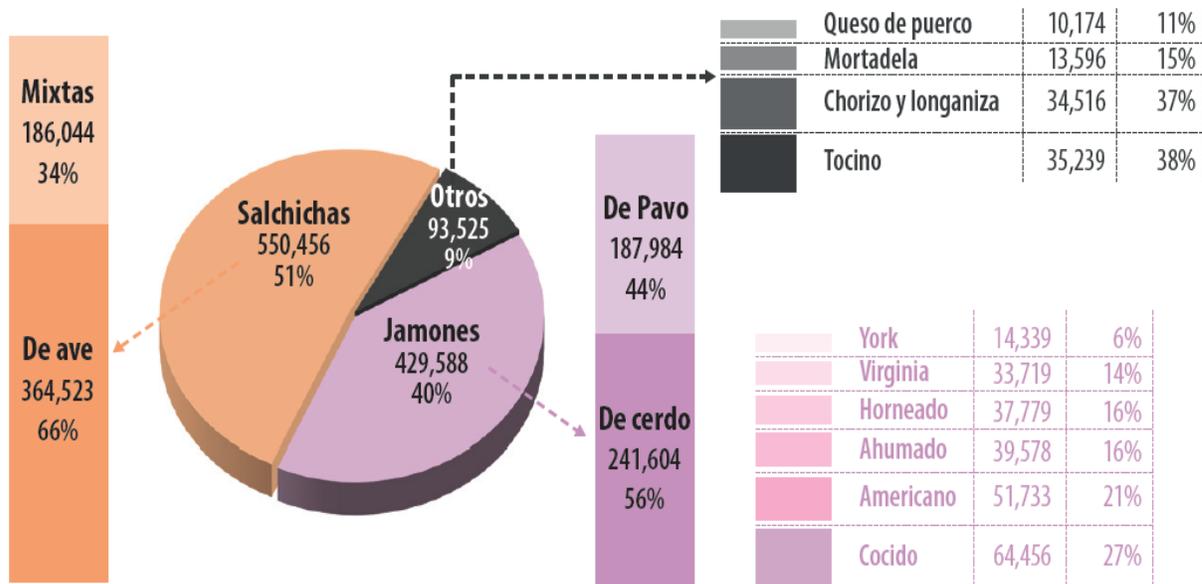
### **2.1. Embutido**

Es considerado como embutido aquel alimento que se prepara a base de carne picada y condimentada que estructuralmente consiste en una matriz de carne (músculo) suspendido en un medio acuoso que contiene grasa y proteínas solubles. Es un producto preparado a partir de carnes autorizadas, picadas o no, curadas o no, con o sin la adición de despojos comestible, grasa, productos vegetales, condimentos, especias que son introducidas en tripas naturales o sintéticas (Matovelle, 2016).

Las carnes que se emplean para elaborar cualquier emulsión cárnica en embutidos deberán ser de buena calidad y además haber sufrido el proceso de maduración. La carne bien madurada será capaz de absorber mayor cantidad de humedad y permitirá una mejor formación de la emulsión y estabilidad (Sarmiento & Echeverría, 2016).

Los embutidos son parte del mercado formal de las carnes frías que constituyen una porción de nuestra dieta desde hace más de 3,500 años de los cuales los productos que más consumimos los mexicanos son salchichas y jamones. El resto está dividido en productos como chorizo, longanizas, tocino, mortadelas, pasteles y queso de puerco. En nuestro país, el consumo de las carnes frías se ha popularizado en la mesa de los mexicanos debido a que son alimentos prácticos para cocinar, accesibles para la gran mayoría de las familias, con gran variedad de sabores, combinaciones y presentaciones que se adaptan a cualquier gusto, estilo de vida y bolsillo (Suárez, 2020).

En México, la industria de carnes fría ha ido en aumento y se ha consolidado como una industria de mayor demanda. En la figura 1 se muestra una clasificación general de carnes frías de acuerdo a los valores de producción por producto según COMECARNE 2023.



**Figura 1.** Volúmenes (ton) de producción de carnes frías (COMECARNE 2023).

## 2.2. Tipos de embutidos

- **Embutidos crudos**

Aquellos embutidos que no reciben ningún tratamiento térmico en todo su proceso, es decir, no están cocidos, y que por ello antes de su consumo deben cocerse se les denomina embutidos crudos. La carne que se emplea para obtener este producto debe ser de fibra consistente, bien coloreada (que implica la coloración) y seca, es decir, correctamente madurada (Chávez, 2015).

Las características apropiadas para la elección de la materia cárnica en la elaboración de embutidos crudos madurados se fundamentan en una buena proporción de mioglobina que tiene mayor presencia en aquellos músculos de mayor actividad y por lo tanto mayor demanda de oxígeno; esto varía según la especie y edad del animal que es 3 veces mayor en carnes de vacuno que en la de cerdo y animales más viejos presentan una pigmentación más oscura además de que su carne es más compacta y seca ideal para elaboración de estos embutidos (Schmidt et al., 1984).

Algunos embutidos dentro de esta clasificación y que son los más comunes son los siguientes:

- Carnes para hamburguesas.
- Chorizo común.
- Longaniza.
- Albóndigas.
- Salamis madurados (italiano y húngaro)

- **Embutidos escaldados**

Este tipo de embutido es el que tiene una preparación a partir de carne fresca, no completamente madurada y que se someten a un tratamiento térmico (cocción) y ahumado opcional luego de ser embutidos antes de su comercialización, la cocción o escaldado (el escaldado consiste en cocer el embutido en agua caliente entre 60 a 80°C durante un tiempo que dependerá del grosor del producto) se realiza con la finalidad de disminuir el contenido de microorganismos, favorecer la conservación y proporcionar el efecto de coagulación de las proteínas de manera que se forme una masa consistente (Matovelle, 2016).

Algunos de los embutidos escaldados y que son más conocidos son los siguientes:

- Mortadelas.
- Salchichas tipo Frankfurt.
- Jamón cocido.
- Embutidos de sangre de cerdo: morcilla.
- Embutidos de hígado: paté.
- Embutidos de gelatina: queso de puerco.

### **2.3. Salchicha**

Según la NMX-F-065-1984 una salchicha es el producto alimenticio embutido de pasta semifirme de color característico, elaborado con la mezcla de carne (60% mínimo) de ternera o res, cerdo u ave y grasas de las especies antes mencionadas, adicionado de condimentos, especias y aditivos para alimentos. Se pica y se muele,

posteriormente se añade sal, especias, condimentos y aditivos como fosfato de sodio, eritorbato de sodio y nitrito de sodio. La mezcla resultante se amasa y se embute en fundas naturales (tripas, por lo general de cerdo) o artificiales (comúnmente de colágeno o celulosa). A continuación, se aplica un proceso térmico ya sea cocidas o ahumadas (PROFECO, 2020).

Anualmente den México se elaboran más de 1 millón de toneladas de productos del sector cárnico siendo una industria consolidada a nivel nacional con valores que rondan los 41,500 millones de pesos representando el 23% de la industria alimentaria y el 32% del PIB agropecuario. Para estos datos, las salchichas representan el 51% de la producción de carnes frías que ha ido en aumento al paso de los años como se describe en la figura 2 de acuerdo a su última actualización encontrándose dentro de la oferta de alimentos (COMECARNE, 2023).



**Figura 2.** Evolución de la producción de carnes frías respecto al tiempo (COMECARNE 2023).

Las carnes frías forman parte de una categoría amplia que ofrece una variedad de opciones en cuanto a sabor, contenido y forma. Estos productos tanto cárnicos como avícolas se caracterizan por haber pasado por uno o más procesos de

preparación que cambian la apariencia, textura o sabor de la carne original, pero sin perder sus atributos. Una ventaja de este tipo de alimentos es que son ricos en proteínas, vitaminas y minerales esenciales absorbibles, como el hierro, el zinc y la vitamina B12. También se puede encontrar selenio, colina, vitamina B6, tiamina, niacina y riboflavina (COMECARNE, 2021).

### **2.3.1. Atributos importantes en una salchicha**

De acuerdo a la historia, las salchichas constituyen una de las formas más antiguas de procesar la carne, estas han sobresalido por sus características nutricionales, sensoriales y funcionales respecto de otros productos cárnicos, sin embargo se han estado implementado reformulaciones para ir mejorando la calidad nutricional de las diferentes presentaciones de estos embutidos sin irrumpir en sus parámetros característicos como la textura o características organolépticas (Granados *et al.*, 2013).

Las salchichas están conformadas por carnes de diversas especies como lo son las aves de corral, vacuno, cerdo, equino o incluso mezcla de estas especies además de grasa, sustitutos de grasa, incorporación de proteínas que no son de origen cárnico así como extensores que llegan a tener la funcionalidad de mejorar la capacidad de retención de agua y obteniéndose un producto con una textura deseable al consumidor (Ramos *et al.*, 2021).

El diseño, desarrollo e innovación de alimentos cárnicos procesados se ejecutan de acuerdo a lo solicitado por el consumidor y las características sensoriales pueden ser obtenidas directamente de las dietas alimentarias que pueden ser descritas de forma general, en función al color, sabor, olor, vista, apariencia, textura (suavidad y dureza) sensación en la boca y aceptabilidad (Montero *et al.*, 2023).

Atributos a considerarse en productos embutidos y que comúnmente se evalúan en la mayoría de las investigaciones principalmente son: composición proximal que engloba la determinación de humedad, grasas, proteínas y cenizas cumpliendo con las normas que rigen a estos productos, determinación de pH, análisis del perfil de textura que va de la mano con una evaluación sensorial siendo los que más se

relacionan con la aceptación del producto según los consumidores y aunado al color (Ramos *et al.*, 2021).

El color forma parte de las características de gran importancia en la valoración física, aceptación y calidad de los alimentos. La apariencia, principalmente visual de un producto es una característica principal que dictamina una impresión sustancial tanto directa como indirecta sobre la apreciación de calidad que es regida por atributos como el color, el brillo de la superficie, el tamaño, la forma, la textura, la masa, entre otros (Nowacka *et al.*, 2019).

El aspecto visual juega un papel importante en la en la selección de productos alimenticio por parte de los consumidores actuales modernos, el color es un componente clave de los alimentos y bebidas que en los últimos años se han desarrollado colorantes sintéticos utilizados como aditivos con el fin de mejorar apariencia, alta intensidad en colores, mayor estabilidad y uniformidad. El color es importante principalmente en carnes tanto frescas como trituradas, condimentadas y que han llevado un proceso industrialmente (Dey & Nagababu, 2022).

En embutidos, compuestos que contribuyen a la apariencia rosa atractiva se forman principalmente al reaccionar los [NO-] proveniente de nitritos con la Mioglobina formando nitrosomioglobina (NOMb). En diferentes medios, la Mioglobina o deoximioglobina (rojo-purpura) puede formar diferentes derivados que se identifican por tonos según sea la reacción como la oximioglobina (OMb) igual a coloraciones rojas y metamioglobina (MetMb) igual a coloraciones marrón, las coloraciones principalmente son atribuidas a la oxidación del nitrito a [NO-]. Existen factores que interfieren en estas coloraciones como la exposición a la luz, oxígeno, alteración intencional y almacenaje que provocan en el grupo hemo una disociación entre la Mb y el [NO-] ocasionando una reducción del Fe exhibiendo un color marrón característico y el [NO-] es oxidado nuevamente a nitrito si este se expone a una oxigenación (Medina, 2016).

A lo largo de un proceso de maduración denominado curado, los embutidos experimentan una serie de transformaciones químicas, físicas, bioquímicas y

microbiológicas que se pueden vincularse con la acidez del producto, una acidificación suele ser un fenómeno importante, ya que favorece el enrojecimiento del producto y modifica las propiedades funcionales de las proteínas aumentando la ligazón entre las partículas y por tanto la consistencia del producto y a su vez la disminución de capacidad de retención de agua que facilita la desecación, acentuando la firmeza del producto obteniendo características típicas de textura, además la acidificación protege al embutido de la acción de gérmenes proteolíticos sensibles a pH bajos (Velandia, 2002).

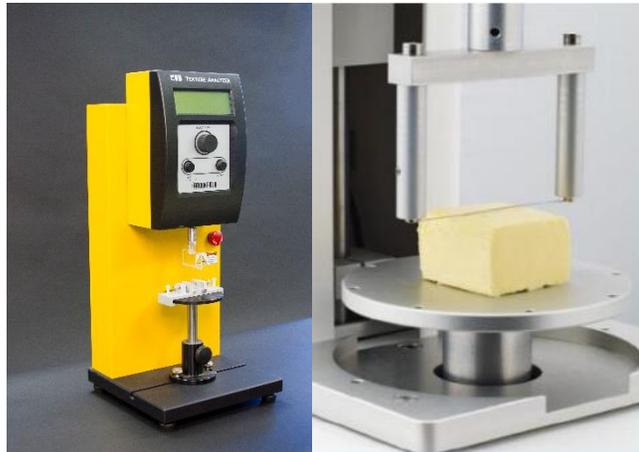
#### **2.4. Textura en los alimentos**

La textura es un atributo muy importante en la elaboración de productos alimenticios que representa la manifestación sensorial y funcional a través de los sentidos de la vista, el tacto, la audición y el gusto, la percepción de propiedades estructurales, mecánicas, y de superficie de los alimentos o productos. El perfil de textura suele ser un análisis descriptivo que engloba cada una de las características que describen al producto desde la primera mordida hasta la deglución (Puma & Núñez, 2018).

En términos de ingeniería, todo lo que sea conformado por una masa se denomina material, los alimentos son materiales que presentan comportamientos diferentes en sus características como la manipulación mecánica que puede ser ejercida sobre ellas al correlacionarlos con un proceso fisiológico que es el consumo o alimentación. El uso de equipos mecánicos puede ayudar a la comprensión de estos atributos involucrados como la tensión, compresión, deformación y flujo de materiales. La mayoría de los alimentos exhiben propiedades tanto elásticas como viscosas y que dependen del tiempo (Rosenthal, 2015).

Cada atributo involucrado como resultado de un análisis de perfil de textura suele ser un factor importante en la aceptabilidad de los alimentos. Para la ejecución de una prueba mecánica de textura en alimentos se realiza el método Análisis del Perfil de Textura (APT) la cual es una prueba instrumental desarrollada originalmente en el Centro Técnico de General Foods Corporation en la que se utiliza un analizador

de textura o comúnmente texturómetro que se muestra en la figura 3, esta técnica se basa principalmente en el comportamiento de flujo/deformación de un alimento con característica blanda y la deformación/fractura de uno sólido imitando el proceso de masticación y estos resultados mecánicos se pueden correlacionar con pruebas sensoriales en alimentos sólidos, semisólidos, cremosos y líquidos (Mabrouki *et al.*, 2023).



**Figura 3.** Analizador de Textura (Brookfield 2023).

Los principales atributos de mayor influencia en el análisis de perfil de textura en un alimento son: dureza, elasticidad, firmeza, masticabilidad, cohesividad, adhesividad y gomosidad. Se describen a continuación:

**Dureza.** La dureza es considerada como la fuerza máxima que tiene lugar, en cualquier tiempo, durante el primer ciclo de compresión hacia el material. Definida también como la fuerza en g fuerza o newton una porción de producto hasta en un 50 % del espesor original. Esta prueba simula el comportamiento de masticar el alimento dos veces, cada ciclo semeja un ciclo de cerrar y abrir la quijada.

**Elasticidad.** Este atributo es una medida de cuanto recupera su altura o forma original el alimento luego de ser sometido a una deformación. Básicamente es la altura que el alimento recupera durante el lapso transcurrido entre el final de la

primera mordida y el comienzo de la segunda (de manera instrumental correspondido en 2 ciclos de compresión).

**Firmeza.** Este parámetro es definido como la fuerza que se necesita para obtener una deformación dada, o sea que tan firme está el producto cuando se comprime ligeramente.

**Masticabilidad.** En términos sensoriales es definida como la fuerza requerida para desintegrar un alimento sólido hasta que esté listo para ser deglutido. Siendo el producto de firmeza por posesividad y elasticidad.

**Cohesividad.** Es el cociente entre el área de la segunda compresión (A2) y el área de la primera compresión (A1). Representa la fuerza con la que están unidas las partículas en la masa, límite hasta el cual se puede deformar antes de que se rompa la muestra. Es un parámetro adimensional.

**Adhesividad.** Es el área del pico negativo después del primer ciclo de compresión (B), representa el trabajo necesario para despegar el émbolo de la superficie del alimento. Se mide en N\*s.

**Gomosidad.** Es el producto de la dureza por la cohesividad. Se expresa en N (Bourne, 2002 & Salinas, 2013).

#### **2.4.1. Importancia de la textura en las salchichas**

Las salchichas son popularmente conocidas debido a su alta demanda y fácil accesibilidad en el mercado, sin embargo, forman parte de los derivados cárnicos que en su composición un porcentaje de grasa es añadida ya que cumplen un rol importante en propiedades características como texturales, favoreciendo la estabilización de las emulsiones cárnicas de estos productos (Montero *et al.*, 2023).

En productos cárnicos y sus derivados, la textura tiende a ser una de las cualidades alimenticias de mayor importancia tanto en productos crudos como cocidos, es por eso el interés de fabricantes e investigadores en centrarse por este atributo para

que al consumidor se le pueda brindar la percepción que está comiendo un producto cárnico (Mabrouki *et al.*, 2023).

En productos alimenticios que en sus formulaciones utilizan carne y grasas como componentes mayoritarios, las características de composición, propiedades fisicoquímicas y atributos sensoriales se ven afectados. Las salchichas están constituidas por carnes de diversas especies y grasas y/o sustitutos que cumplen un papel importante en la emulsión cárnica, apariencia deseable, exquisitez y aceptabilidad de la textura en el producto final (Ramos *et al.*, 2021).

La textura ha sido analizada en diferentes investigaciones sobre embutidos, Wolfer *et al.*, (2018) sustituyeron la grasa dorsal de cerdo por oleogel de aceite de soya con cera de salvado de arroz en salchichas tipo Frankfurt revelando que no existieron diferencias significativas en ningún tratamiento en cuanto a un análisis de textura con los parámetros de firmeza, masticabilidad y elasticidad, esto comparándose con una formulación control sin sustitución.

De los ingredientes que conforman una formulación de salchichas, las grasas juegan uno de los papeles importantes de favorecer la textura del embutido, cuando esta se reemplaza completa o parcialmente, los atributos pueden sufrir variaciones, Savadkoobi *et al.*, (2014), demostró que la sustitución del 3 al 7% de grasa por orujo de tomate desarrolló mayor dureza y masticabilidad comparadas con una salchicha control, sin embargo atributos de cohesividad, adhesividad y elasticidad no se vieron afectados.

## **2.5. Tipos de salchichas**

Se pueden clasificar diferentes tipos de salchichas de acuerdo al tipo de carne utilizado como se muestra a continuación:

- 1 Salchicha de pollo. A partir de una emulsión formada por una pasta fina de carne, hielo y grasa, existiendo un equilibrio, manteniendo una buena textura da como resultado de este embutido.
- 2 Salchicha de res. Es un embutido elaborado con carne picada de res y con un 80% de grasa, a este embutido se les suelen añadir ajo, pimentón rojo, hierbas aromáticas, perejil y sal.
- 3 Salchicha de cerdo. Es una salchicha elaborada a partir de solamente carne de cerdo, su sabor especial se logra por la adición de diferentes tipos de condimentos y especias, ajo, etc (Moreno & Taipe, 2013).

### **2.5.1. Salchicha Frankfurt**

Las salchichas tipo Frankfurt se definen como emulsiones cárnicas que pueden ser de cerdo, vacuno, ave o sus mezclas a las que se le añade grasa, agua, sal y especias. Pueden contener leche en polvo, almidón o fécula de papa, azúcar, proteínas no cárnicas y/o aditivos. Estas están embutidas en tripa natural o artificial de aproximadamente 45 mm de diámetro, y que son sometidas a un proceso de ahumado, finalmente se cuecen o escaldan. La composición bromatológica de una salchicha tipo Frankfurt se describe en la Tabla 1 de acuerdo a la cantidad de energía, proteína, grasa, grasa saturada, carbohidratos y sal por cada 100g de producto (Arriaza, 2019).

Para la NMX-F-065-1984 Salchichas de Viena, Frankfurt y Cocktail cumplen con la definición de una salchicha, elaborados básicamente en su composición con no menos del 60% de carne de res, cerdo u ave; mezclado con grasa de las mismas y emulsificados, sometidos a curación (aplicación de la mezcla de sal, Nitrito de Sodio, adicionado o no de aditivos) pudiendo ser ahumados o no, sometidos a cocción (dependiendo del tamaño y forma de las salchichas, para lograr un cocimiento completo) y enfriamiento, empacados en material adecuado para su distribución y conservación en refrigeración.

Para los estadounidenses, una salchicha Frankfurt es aquella en la que la carne suele condimentarse con sal, ajo, azúcar, pimienta, nuez moscada y mostaza, es curada, ahumada y finalmente considerada como una salchicha sancochada que se elabora con carne de cerdo embutida en una tripa que generalmente se cocinan calentándose en agua durante unos minutos antes de servir o incluso a la parrilla o ahumadas ligeramente para obtener el sabor ahumado. Comúnmente se sirven acompañadas de mostaza, pan, rábano picante y ensalada de papa (Licious, 2023).

**Tabla 1.** Composición bromatológica de una salchicha tipo Frankfurt (Lozano, 2019).

<b>Componente (g/100g)</b>	<b>Salchicha tipo Frankfurt</b>
Energía (kcal)	238
Proteína	12
Grasa	20
Grasa saturada	7.5
Carbohidratos	2.6
Sal	2.5

## **2.6. Reformulación de salchichas Frankfurt**

Las reformulaciones en alimentos ya existentes surgen con motivo principal de mejorar la calidad nutricional del producto siempre y cuando el ingrediente sustituto o implementado mejore sus características sin perjudicar la aceptación del mismo hacia los consumidores. Dentro de los productos cárnicos, las salchichas Frankfurt están caracterizadas por tener un gran mercado sin embargo su contenido de grasa a menudo difiere de los objetivos dietéticos, es por eso que para superar estas limitaciones y obtener salchichas con una mejor composición desde el punto de vista nutricional, la mayoría de las reformulaciones han estado encaminadas a reducir el

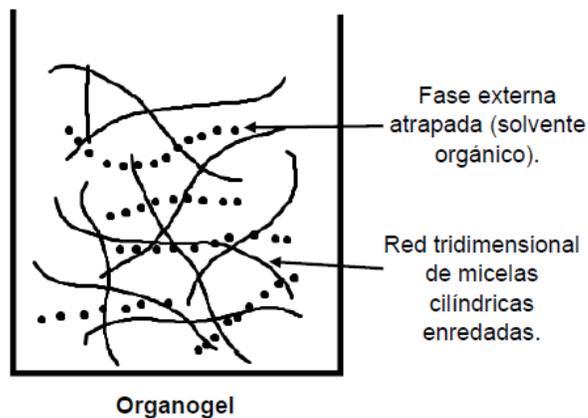
contenido de grasa y/o sustituir la grasa animal añadida en su proceso por otras fuentes lipídicas (Fontes *et al.*, 2023).

En la actualidad el consumo de carne procesada y derivados es superior a las recomendaciones de la dieta y nuestro país presenta una mayor producción destacando las salchichas como el producto cárnico mayor consumido. Uno de los tipos más consumidos son las salchichas tipo Frankfurt (Lozano, 2019), que presenta una fuente importante de grasa y sal, teniendo repercusiones en la salud tras un consumo excesivo. Por ello en la actualidad se prevé generar soluciones y estrategias de reformulación para mejorar su composición sin alterar sus propiedades.

## **2.7. Organogel**

Un organogel puede ser definido como un sistema semisólido complejo en la que existe una fase orgánica continua que está atrapada en una red tridimensional de gel termorreversible. En otras palabras es un medio compuesto por una fase continua a base de un líquido hidrófobo (aceite vegetal), donde un agente estructurante es utilizado y responsable del atrapamiento físico del líquido solidificándolo como un gel (García *et al.*, 2019).

A través de diferentes investigaciones se han definido como organogeles a materiales supramoleculares, termorreversibles y biocontinuos en donde un agente gelante es autoensamblado formando una red tridimensional cristalina atrapando físicamente líquidos orgánicos como se observa en la figura 4. Se han identificado compuestos que presentan una capacidad para gelar estando en concentraciones por debajo del 10 %. En casos donde el líquido atrapado es un aceite el sistema recibe el nombre de oleogel (Gutiérrez 2019).



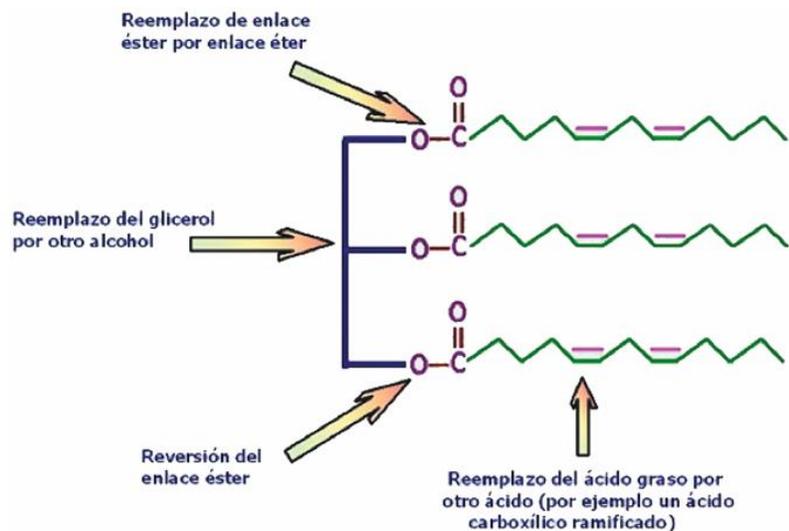
**Figura 4.** Fases para la formación del oleogel (Benjamin 2019).

Los organogeles son sistemas consistentes en fibras de gel autoensambladas, reticuladas o entrelazadas, específicamente sustancias sólidas similares a grasas con una estructura 3D viscoelásticas de lípidos líquidos o sólidos compuestos principalmente de aceites vegetales y pequeñas cantidades de un agente organogelante teniendo los beneficios de una grasa sólida: sabor, y textura únicos, especialmente plasticidad sin alterar la composición nutricional del aceite vegetal líquido (Xu *et al.*, 2022).

La preparación de un oleogel consiste en la mezcla directamente de los gelificadores con algún aceite a temperatura elevada (sin llegar a ebullición) para la disolución seguida de enfriamiento para la cristalización. Existen oleogeles que también se preparan utilizando métodos indirectos, como emulsiones a base de polímeros/proteínas, hidrogeles, espumas, aerogeles mediante secado, intercambio de solventes y/o absorción de aceite. Los compuestos que llevan a nuestro oleogel a percibir ciertas características gelantes/cristalinas pueden ser compuestos de bajo peso molecular (como monoglicéridos, ácidos grasos, alcoholes grasos, ceras)

o una red polimérica/partícula formada por polímeros cristalinos, semicristalinos y fibras (Bhattarai *et al.*, 2022).

Las modificaciones estructurales han sido introducidas en la mayoría de los sustitutos de grasas guardando cierta relación con la estructura de los triacilglicéridos que pueden ser o no hidrolizados por las lipasas digestivas y su rendimiento enzimático es muy bajo ya que los lípidos modificados son sustratos poco adecuados para las enzimas lipolíticas digestivas. Algunas de las modificaciones que son posibles de realizar son los descritos en la figura 5 (Martínez., 2013)



**Figura 5.** Modificaciones químicas aplicables a los triacilglicéridos (Martínez., 2013).

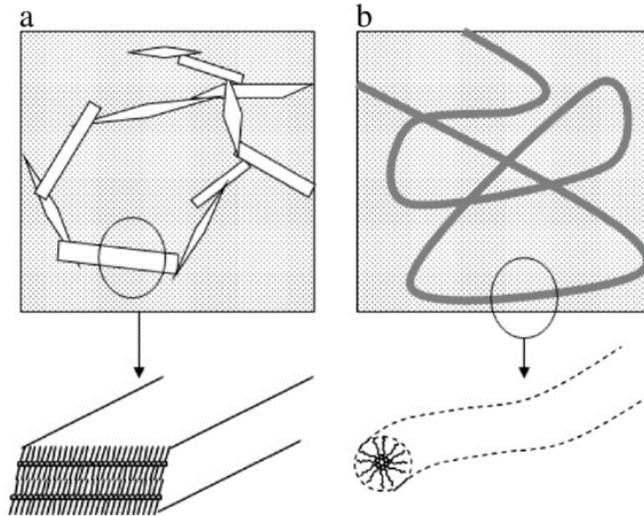
Reemplazando parcialmente la grasa del cerdo por oleogel de aceite de girasol o de etilcelulosa no afecta considerablemente los atributos fisicoquímicos y sensoriales generales de las salchichas Frankfurt, puede dar como resultado una reducción sustancial de los ácidos grasos saturados. Sin embargo, se han realizado pocos

estudios utilizando oleogeles comestibles como sustitutos de grasas en embutidos (Zampouni *et al.*, 2022).

### **2.7.1. Mecanismo de formación de un oleogel**

En la actualidad estos lípidos estructurados están siendo el nuevo tipo de lípidos funcionales obtenidas mediante la modificación química, enzimática o genética de la composición y/o distribución de los ácidos grasos en el esqueleto del glicerol debido a sus características fisicoquímicas únicas y beneficios a la salud como la reducción de calorías, mejoras de las funciones inmunológicas y reducción de los triacilgliceroles séricos (Guo *et al.*, 2020).

Para el desarrollo de oleogeles existen diferentes tipos de mecanismos involucrados en su formación (figura 6) y principalmente dependiendo del estructurante utilizado se obtiene el gel, estos mecanismos se describen a continuación: cristalización de ácidos grasos, se desarrollan formaciones de cristales suficientemente fuertes para retener el aceite y solidificación al enfriarse con ceras naturales, glicéridos, fitosteroles, alcoholes grasos, esterres y fosfolípidos (Manzoor *et al.*, 2022); redes fibrilares auto ensambladas, por la naturaleza del autoensamblaje de los oleogeladores en solventes no polares a través de interacciones no covalentes como enlaces H, apilamiento, interacciones electrostáticas y fuerzas de Van der Waals que forman redes fibrilares (6<sup>a</sup> y 6b) por ácido hidroxiesteárico, sitosterol en combinación con orizanol, etc. (Okesola *et al.*, 2015); redes poliméricas, se envuelve la fase oleosa en una red polimérica entrelazada formada a través de métodos directos o indirectos utilizando etilcelulosa, metilcelulosa, hidroxipropilmetilcelulosa, zeína, lactoglobulinas, gelatina, quitosano y quitina, copolímero de etileno-acetato de vinilo, etc. (Manzoor *et al.*, 2022).



**Figura 6.** Red de organogelificantes, a) partículas sólidas y b) ensamblaje molecular (Dassanayake *et al.*, 2011).

Los primeros oleogelificantes estudiados en la estructuración de aceites fueron los de dispersión directa, que pueden incorporarse directamente en el aceite. Ejemplos de estos oleogelificantes incluyen gelificantes a base de lípidos que forman redes cristalinas (monoglicéridos, alcoholes grasos y ceras), sistemas de dos componentes que forman estructuras supramoleculares ( $\beta$ -sitosterol + orizanol, lecitina + tocoferol) y etilcelulosa y siendo el único oleogelificante de calidad polimérico conocido que se puede dispersar directamente en el aceite (Gravelle & Marangoni, 2018).

### 2.7.2. Agentes gelificantes

Las sustancias gelificantes que se han estudiado y causado mayor importancia en las formulaciones de organogeles cumplen con la característica de ser organogelantes de bajo peso molecular (LMOG) lo que los vuelve capaces de gelificar aceites en porcentaje de masas muy bajas a veces incluso menos del 3%, se ensamblan fácilmente en estructuras supramoleculares mediante interacciones no covalentes responsables de la estructuración, proceso que es completamente

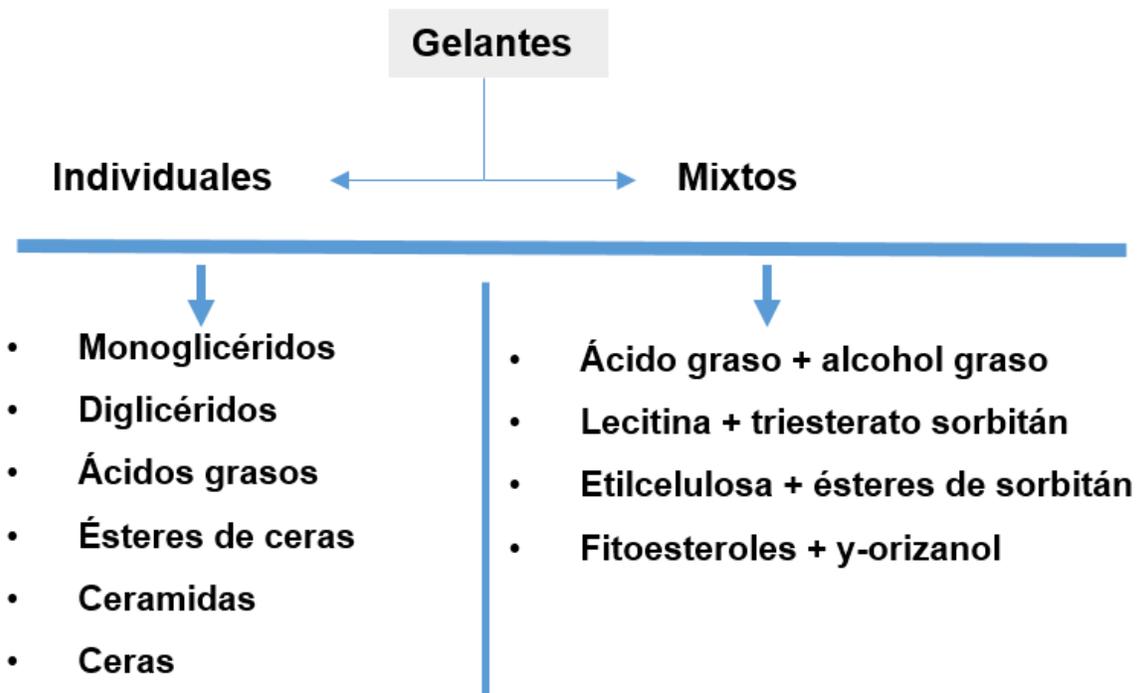
termorreversible y altamente dependiente de la temperatura (Marangoni & Garti 2018).

Los organogeles se pueden clasificar de acuerdo al agente gelante del que están constituidos como se describe en la figura 7. Estos agentes estructurales moleculares con propiedades anfipáticas, tienen el potencial de convertir solventes orgánicos líquidos en organogeles semisólidos (materiales suaves) a muy bajas concentraciones, moléculas pequeñas que, al ser dispersados en el solvente pueden autoensamblarse, o cristalizarse de tal manera que se obtiene una estructura tridimensional (Gutiérrez, 2019).

Varios gelificantes son los siguientes: triacilgliceroles (TAG), diacilgliceroles (DAG), monoacilgliceroles (MAG), ácidos grasos, alcoholes grasos, ceras, ésteres de cera y polímeros (hidrocoloides) como la etilcelulosa. Los monoglicéridos en particular pueden formar una fuerte red cristalina al enfriar una formulación de oleogel. (Zampouni *et al.*, 2022).

El principio de un buen agente estructurante se basa en que sean eficaces en bajas concentraciones, baratos, fácilmente disponibles y lo más importante, que tengan aprobación regulatoria requerida para uso en productos comestibles. El requisito más importante para que un material actúe como oleogelante es mostrar un equilibrio adecuado entre su afinidad con las interacciones débiles con triacilgliceroles insaturados e insolubilidad suficiente para formación de estructuras supramoleculares las cuales incluyen: redes cristalinas, cristales líquidos, micelas, bicapas, fibrillas y aglomerados que pueden formar una red tridimensional para atrapar físicamente al aceite líquido en un sistema similar al gel (Niki & Abe, 2017)

Un oleogelificante debe impartir al sistema un comportamiento similar al de un sólido, así como evitar la exudación de la fase oleosa del material. Además, se necesitan algunos requisitos para que un compuesto sea un oleogelificante ideal utilizado en aplicaciones alimentarias: debe ser apto para uso alimentario, económicamente viable, eficiente, versátil y debe coincidir con las propiedades físicas del producto final (Da Silva *et al.*, 2019).



**Figura 7.** Clasificación de los organogeles (Andrade, *et al*, 2019).

### 2.7.3. Ceras naturales

Cuando hablamos del tipo de ceras que son procedentes de plantas y animales estos se definen como ésteres de alcoholes grasos formados en la naturaleza por la unión de alcoholes y ácidos de alto peso molecular y con los que hay asociados uno o más de los siguientes componentes libres: ácidos grasos, alcoholes y esteroides, hidrocarburos y lactonas y otros compuestos de condensación (Muñoz, 2019).

Según la FAO 2005, las ceras naturales son la mezcla de diferentes ésteres, generalmente sólidas a temperatura ambiente. Se encuentran ampliamente distribuidas tanto en plantas como en animales, actuando como agentes protectores. Por ejemplo, ceras presentes dentro de la cutícula de las hojas y frutos, ayudando a minimizar la pérdida de agua por transpiración; mientras que, en los animales, las plumas y lana están protegidas del agua, dada la naturaleza hidrofóbica de la cubierta cerosa de las mismas. Entre las ceras de origen animal

que mejor se conocen, se encuentran la lanolina (obtenida a partir de lana), cera de abejas (una secreción de insectos) y el espermaceti, obtenido a partir del esperma de ballena. Las ceras de abejas, carnauba y la cera candelilla son las ceras naturales más importantes., desde el punto de vista técnico y comercial.

Las obtenciones de ceras naturales contribuyen a los ingresos de las personas que viven en regiones donde las condiciones climáticas de sus ecosistemas son desérticas y semidesérticas provocando una restricción de varias prácticas agrícolas, lo que repercute en el desarrollo económico tal es el caso de la planta *Euphorbia antisyphilitica* cultivado comúnmente en el norte de México siendo aprovechado para obtención de cera de candelilla a partir del aprovechamiento de fuentes vegetales para aplicaciones no maderables genera actividades económicas significativas (Rojas *et al.*, 2022).

#### **2.7.4. Cera de abeja**

Para este caso la cera es la sustancia que las abejas usan para construir el panal. Es producida por las abejas melíferas jóvenes que la segregan líquida a través de sus glándulas cereras y que, al contacto con el aire, se endurece y forma pequeñas escamillas de en la parte inferior de la abeja. Su composición es bastante compleja, ya que contiene un conjunto de sustancias heterogéneas pertenecientes al grupo de las grasas, resultante de la esterificación de diversos alcoholes por los ácidos grasos correspondientes, con una gran estabilidad química (Tanleque, 2019).

En la mayoría de las ceras, las propiedades físicas y químicas varían en amplios rangos en el que se diferencian por la calidad y el proceso de extracción. La cera de abeja se aprovecha básicamente en todo el mundo, el color puede variar de amarillo claro a verdoso antes de su extracción e industrialización y pueden presentarse cruda amarilla o refinada blanqueada. Su punto de fusión comprende en un rango de 62°C hasta los 72°C, presenta un índice de saponificación de 86-96 mgKOH/mg de cera, índice de acidez de 17-21 mgKOH/mg de cera y un 8-11g de yodo por gramo de cera. Estas propiedades indican la viabilidad de ser utilizadas en

procesos de emulsificaciones y saponificación en productos, en la Tabla 2 se muestra la composición de la cera (Hernández, 2015).

**Tabla 2.** Composición de la cera de abeja (Tanleque, 2019).

<b>Compuesto</b>	<b>Valor (g/100 g)</b>
Monoésteres	35
Diésteres	14
Triésteres	3
Hidroxi monoésteres	4
Hidroxi poliésteres	8
Ácidos esterés	1
Poliésteres ácidos	2
Hidrocarburos	14
Ácidos libres	12
Alcoholes	1
otros	6

La cera de abeja ha sido relacionada a la historia de la humanidad durante miles de años. Uno de los primeros usos humanos de los que existen registros fue su utilización como empaste de dientes en la era Neolítica, época en la que se viene estudiando como producto natural, versátil y no tóxico siendo de uso médico desde el siglo II A.C. como ungüento compuesto de cera y aceite. Se realizaban velas a partir de esta cera por los antiguos egipcios en la antigua Grecia, Roma y China y que hoy en día se utiliza para una variedad de propósitos que van desde la fundición de metales, cosmética, medicina, procesamiento de alimentos, textiles, barnices, etc. (Ambrosi *et al.*, 2023).

Según la FDA (1973) la cera de abeja se consideró como un producto GRAS (Generalmente reconocido como seguro) lo que da lugar a aplicaciones de carácter

alimentario y farmacéutico. Estas ceras presentan una mezcla completa de varios compuestos químicos que tiene aplicaciones alimentarias tales como el glaseado, recubrimiento de frutos, productos elaborados, portador de aditivos alimentarios y texturizante para gomas de mascar. La cera de abejas también se ha utilizado como recubrimiento en quesos para prevenir la pérdida de humedad y mantener una mejor textura. Por su valor nutricional mejoraría la calidad nutracéutica en recubrimientos y otras aplicaciones alimentarias (Leenose *et al.*, 2022).

La cera cuenta con propiedades antioxidantes, antimicrobianas, anti fúngicas, antibacterianas y antiinflamatorias, razones por las cuales están siendo utilizadas como emulsiones, espesantes y suavizantes en productos cosméticos, farmacéuticos y cuidado de la piel. El material de la cera proporciona humedad natural en la superficie de una cicatriz, promueve la cicatrización de heridas y grietas en la piel, beneficios que pueden solucionar problemas como el cuidado y cicatrización de las grietas en pezones de madres lactantes (Serhatlioglu *et al.*, 2023).

También se confirmó que la cera de abeja actúa como buen oleogelificante en aceites vegetales a partir de una concentración del 2% p/p a una temperatura de 20°C o inferior solidificando la fase continua (aceite) produciendo un oleogel con excelente estabilidad estudiado durante dos meses ocasionado por el enlace de hidrogeno y Van der Waals, lo que se asocia con la agregación de cabezas hidrofílicas de glicerol como en el caso del aceite de soya que es rico en ácidos grasos de cadena larga y la interacción física, el efecto estérico entre la cera de abeja y el aceite logran un buen autoensamblaje lo que a la vez proporciona un comportamiento elástico (Gao, Lei, *et al.*, 2021a).

La utilización de oleogeles utilizando cera de abeja como agente estructurante está siendo investigado en productos alimenticios con la finalidad de la sustitución de grasas y/o aceites ya sea en formulaciones o procesos como Aydeniz Guneser *et al.*,( 2021) emplearon oleogeles de aceite de girasol al 3 y 8% de cera de abeja como medio de fritura para freír tiras de papas comparado con el aceite de girasol comercial con el fin de innovar en producir alimentos de fritura con menos absorción

de grasa resultando en una idea prometedora al disminuir este parámetro en papas fritas con oleogel al 3% de cera.

Gao, Li, *et al.*, (2021<sub>b</sub>) estudiaron la incorporación de oleogeles de aceite de colza o comúnmente conocida como canola, estructurado con cera de abeja en hamburguesas de corazón de res como sustituto de la grasa animal donde se observó que la sustitución completa de la grasa animal equivalente al 15%, la composición de ácidos grasos se mejoró significativamente donde se detectaron ácidos grasos mirístico (C14:0), pentadecanoico (C15:0), margárico (C17:0), miristoleico (C14:1n-5) y aradionato de metilo (C20:4n-6) únicamente en las hamburguesas de grasa de res y significativamente mayores los ácidos linoleico (C18:2n-6 y C18:3n-3) y ácido oleico (18:1n-9c) , y menores los ácidos palmítico (C16:0) y contenido de ácido esteárico (C18:0) en formulaciones con oelogel.

### **2.7.5. Aplicaciones de los Organogeles**

Los organogeles están siendo aplicados como nuevas alternativas ante diversos objetivos en la ciencia, una de ellas es la aplicación en el campo de la separación de agua y aceite mostrando propiedades hidrofóbicas/lipofílicas estables con alta capacidad de absorción, sorción eficiente de múltiples emulsiones y buena reutilización. Debido a estas razones por su adaptabilidad y estabilidad como materiales adsorbentes han mostrado amplias perspectivas de aplicación en el campo de la separación agua y aceite solucionando problemas como accidentes por fugas de petróleo en alta mar o aguas residuales aceitosas producidas en la industria o vida cotidiana (Jiajun *et al.*, 2023).

Las amplias aplicaciones de los organogeles en la actualidad se subdividen a diferentes ramas de investigación y una de ellas está enfocado al área farmacéutica. Recientemente tienen un papel importante como portadores para la administración de fármacos a través de diferentes vías de administración, como parenteral, oral y transdérmica utilizando diferentes recubrimientos no tóxicos como goma arábiga y

quitosano para disminuir y estabilizar la liberación de compuestos bioactivos en la encapsulación por medio de emulsiones oleosas (oleogeles) y ser empleados eficazmente (Shahzad *et al.*, 2024).

Uronnachi *et al.*, (2022) trabajaron con la formulación de oleogeles elaborados a partir de aceites de madera de romero y cedro estructurados con cera de abeja evaluando el efecto potenciador del crecimiento de cabello a nivel experimental con ratas albinas durante seis semanas donde observaron densidad de crecimiento del 50-75% comparado a un control negativo (rata sin ninguna aplicación) del 25-50% lo que significó una mejor absorción de los aceites esenciales propios de los aceites empleados.

#### **2.7.6. Aplicaciones de Oleogeles en la industria alimentaria**

En la actualidad sin importar la composición del agente organogelante presente en el oleogel, estos tienen muchas aplicaciones de impacto potencial dentro de la industria alimentaria, la estructuración de aceites en oleogeles está siendo una técnica novedosa y prometedora para la formulación de alternativas ante la grasa animal convencional. Específicamente, los oleogeles son aceites líquidos vegetales estructurados por bajas concentraciones de lípidos sólidos o material que imita lípidos (oleogeladores), en una red de gel tridimensional termorreversible. Su uso presenta ventajas como en la restricción de la movilidad y migración del aceite, reemplazar ácidos grasos *trans*, estabilización de emulsiones, liberación de compuestos nutraceuticos, entre otros (Benjamin, 2019 & Zampouni *et al.*, 2022)

Los lípidos estructurados (oleogeles) se están aplicando como posibles sustitutos de las grasas saturadas, hidrogenadas y *trans* en productos alimenticios que se han relacionado con enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2 y síndrome metabólico (Bhattarai *et al.*, 2022).

En México se ha recomendado que la grasa no exceda 27% de las calorías totales para prevenir el aumento de peso. Si bien la grasa es útil para nuestro organismo,

ya que es fuente de energía e interviene en funciones importantes. Sin embargo, expertos nacionales e internacionales recomiendan reducir la ingesta calórica procedente de las grasas y cambiar las grasas saturadas por las insaturadas. Según estudios científicos, los ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados son saludables dentro de los denominados ácidos grasos esenciales (que el cuerpo no puede producir y por lo tanto, deben incorporarse a través de los alimentos) se encuentran los poloinsaturados tales como el omega 3 y 6 (PROFECO, 2016).

En productos como margarina, yogurth, quesos procesados en barra, mayonesa y salsas, los organogeles se pueden emplear aplicándolos como agentes emulsificantes, las cuales son adecuadas por el tipo de producto al que pertenecen. El uso de organogeles presenta oportunidades para que industrias como la cárnica mejoren la calidad de las propiedades organolépticas de productos a partir de la misma (García *et al.*, 2019).

#### **2.7.7. Aplicaciones de las ceras**

Las ceras están siendo explotadas a beneficio de diferentes objetivos. Por sus propiedades físicas y químicas suelen ser materia prima esencial en la elaboración de cremas para calzado aportando brillo y conservación a la piel del calzado, así como la permeabilidad ante aire y humedad en pisos modernos de madera como recubrimientos y anticorrosivos, además se han estado aplicando en la producción de adhesivos termo-fundentes y lubricantes en la obtención de plásticos. Gracias a sus propiedades de protección, brillo y consistencia son indispensables para la manufactura de cosméticos y farmacéuticos (Morales, 2015).

Hoy en día, el gobierno y los consumidores exigen lípidos saludables con cero grasas trans y ácidos grasos saturados reducidos debido a las recomendaciones nutricionales para grasas y aceites dietéticos de la FDA por lo que se han ido desarrollado nuevas tecnologías en busca de sustitutos de las grasas que tienen un alto contenido de ácidos grasos saturados. Entre varios enfoques que se pueden explorar para el reemplazo de grasas trans y saturadas, se ha propuesto la oleogelación como factible. Las ceras son candidatas prometedoras para ser

utilizadas en oleogeles ya que tienen un alto poder estructurante y en muchos países tienen estatus de grado alimenticio (Da Silva *et al.*, 2019).

En la agricultura, productos que en su composición involucran la utilización de ceras cumplen la función de retardar la maduración y el envejecimiento en frutas y hortalizas, manteniendo un equilibrio con las condiciones del ambiente protegiendo al producto durante la transportación y almacenamiento. Las emulsiones de ceras permiten asegurar una adherencia uniforme a la superficie de los frutos retardando la deshidratación, transferencia de gases y solutos y migración de aceites. En la producción de alimentos y bebidas se suelen utilizar ceras en conjunto con elastómeros y resinas formando la goma base en gomas de mascar (Morales, 2015)

## **2.8. Aceites**

Para la norma mexicana NMX-F-808-SCFI-2018 “Alimentos – Aceite Vegetal Comestible – Especificaciones”, el aceite vegetal comestible es el aceite deodorizado que puede contener uno o más aceites comestibles que se hayan obtenido por extracción por solventes, expresión mecánica o por cualquier otro procedimiento, y en cuya composición predominan triacilgliceroles y que provengan de cualquiera de las siguientes plantas oleaginosas o de sus variedades biotecnológicas aprobadas para alimentación humana: ajonjolí, algodón, cacahuate, canola, girasol, maíz, olivo, palma, soya o de cualquier otra oleaginosa aprobada para consumo humano por la Secretaría de Salud. Los aceites crudos provenientes de estas oleaginosas deberán de refinarse química o físicamente, pudiendo hacerse la mezcla para obtener el aceite vegetal comestible antes o después de la deodorización.

Los aceites se clasifican como grasas líquidas a temperatura ambiente que generalmente son de origen vegetal. En México, la denominación “aceites vegetales comestibles” puede ser un término genérico, ya que el producto puede ser elaborado con uno o más aceites provenientes de distintas oleaginosas (vegetales

de cuya semilla o fruto puede extraerse aceite). Estos aceites vegetales están compuestos de ácidos grasos poliinsaturados, monoinsaturados y saturados en diferentes proporciones, dependiendo del tipo de oleaginosa de donde provengan (PROFECO, 2016).

En particular, la diferencia del punto de fusión, la composición de ácidos grasos, el color y el sabor del aceite vegetal presentan una calidad desconocida cuando se realizan productos cárnicos emulsionados en comparación con productos cárnicos con grasa animal. La incorporación de aceite vegetal en emulsiones cárnicas para sustituir la grasa animal puede mejorar las características de calidad como es el caso en salchichas Frankfurt bajas en grasa, sustituyendo la grasa animal por aceites vegetales. En general, se sabe que el aceite de origen vegetal presenta un mayor contenido de ácidos grasos insaturados y un colesterol más bajo en comparación con la grasa animal (Kim *et al.*, 2020).

### **2.8.1. Tipos de aceites**

Debido a la gran variedad de frutos y semillas oleaginosas que se pueden encontrar en el mercado, es posible tener diversos tipos de aceites vegetales que tienen usos tanto para alimentación como para fines industriales. Una de las maneras de clasificar a los aceites es según su punto de humo, se refiere a la temperatura en que el aceite comienza a ahumar y descomponerse. Los aceites con puntos de humo altos son buenos para freír y sofreír a fuego alto, por mencionar aceites como de cacahuate, ajonjolí y soya; los aceites con punto de humo moderado son buenos para sofreír a fuego medio como los de aguacate, maíz, canola y oliva (PROFECO, 2019).

En la Tabla 3 se presenta una clasificación de varios aceites, así como el origen y método de obtención.

**Tabla 3.** Obtención de diferentes tipos de aceites (PROFECO 2019).

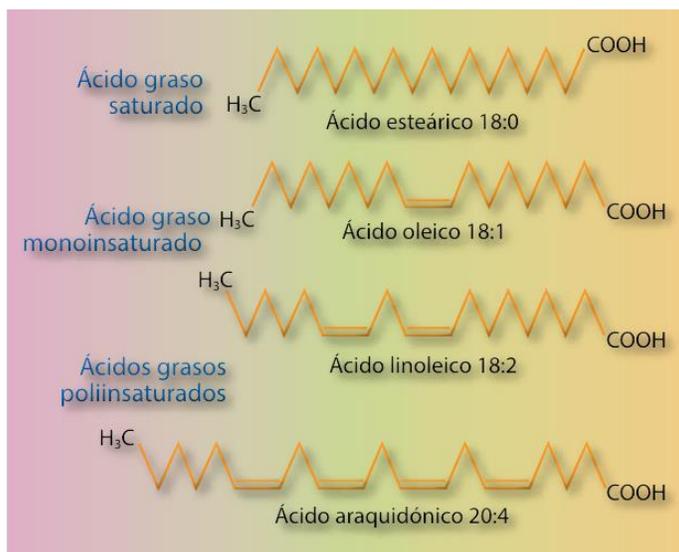
<b>Aceite</b>	<b>Origen</b>
Palma	Prensado del fruto de la palma
Aguacate	Extraído de aguacate extra virgen
Oliva	Extraído de las aceitunas
Soya	Semillas amarillas de la Soya
Uva	Molienda de semillas de uva
Maíz	Almidón de maíz humedecido
Girasol	Prensado de semillas de girasol
Cártamo	Prensado de semillas de cártamo
Canola	Semillas molidas de canola
Cacahuate	Prensado de cacahuate
Ajonjolí	Molienda de semillas de ajonjolí

Los aceites vegetales de uso doméstico son una fuente importante de compuestos bioactivos como fitoesteroles, fitoestrógenos, flavonoide, carotenos, tocoferoles y ácidos grasos esenciales dependiendo del tipo de aceite, como el ácido linoleico (C18:3  $\omega$ -6, AL) quién es precursor del ácido araquidónico (C20:4 $\omega$ -6, AA) y ácido alfa-linolénico (C18:3  $\omega$ -3, ALA) precursor del ácido graso eicosapentaenoico (C20:5  $\omega$ -3, EPA) y docosahexaenoico (C22:6  $\omega$ -3, DHA) que cumplen importantes funciones en la salud cardiovascular y desarrollo cerebral por sus propiedades preventivas de enfermedades además de aportes básicos nutricionales (Agüero *et al.*, 2015).

### **2.8.2. Aceite de canola**

El aceite de canola es obtenido a partir de las semillas molidas de las plantas de canola, que es originaria del Mediterráneo y de Asia. Estas semillas contienen alrededor del 44% de aceite, presenta color amarillo. Destaca por poseer el menor contenido de ácidos grasos saturados (7% del total de los ácidos grasos más bajo

que cualquier otro aceite), alto contenido de ácidos monoinsaturados, es fuente de grasa Omega 6 (19% del total de ácidos grasos), presenta alto contenido de Omega 3 (9% del total de ácidos grasos, el mayor contenido en cualquier aceite común). Es fuente de vitaminas E y K, además de prevenir enfermedades coronarias y vasculares como trombosis y arteriosclerosis; su consumo repercute previniendo enfermedades como el colesterol y triglicéridos en la sangre por lo que es altamente recomendable (PROFECO, 2019).



**Figura 8.** Estructura química de los ácidos grasos (Martínez., *et al* 2013)

Este aceite presenta una alta concentración de ácidos grasos monoinsaturados (AGM 61%) y poliinsaturados (AGP 29 %), con alto contenido de ácidos grasos esenciales (AGE), el ácido linoleico (C18:2 n-6) (20%) y  $\alpha$ - linolénico (C18:3 n-3) (9 %) (figura 8). y la más baja relación n-6/n-3, lo cual lo convierte en un aceite beneficioso para prevenir y controlar enfermedades promovidas por inflamación. Actualmente, se han logrado semillas de canola que producen aceite con baja concentración de ácido  $\alpha$ - linolénico y alta en ácido oleico, o solo bajo en  $\alpha$ - linolénico. Estas semillas producen aceites de alta calidad que muestran mayor estabilidad ante el calentamiento, niveles más bajos de productos de oxidación, y

aumento de la vida útil del producto, sin el uso de la hidrogenación y formación de ácidos grasos *trans* (Zambrano, 2012).

El aceite de canola suele ser muy estable al no descomponerse a altas temperaturas teniendo uno de los puntos de humo más altos en los aceites de 242°C encontrándose por encima de temperaturas óptimas de freído (185-190°C) y además debido a su composición la FDA autorizó una declaración calificada para el aceite de canola por su capacidad de reducción de riesgo de enfermedades cardiovasculares cuando se utiliza en sustitución de grasa saturada de las cuales estudios publicados en la edición de Nutrition Reviews en el 2013-2014 se confirma que el aceite ayuda a reducir el riesgo de enfermedades del corazón e incluso crónicas como diabetes tipo-2 (Jowett & Dansby, 2015).

### **2.8.3. Aceite de Soya**

El aceite de soya es obtenido partir de las semillas amarillas que se recogen durante la maduración por un proceso de quebrado, hojuelado y extracción para posteriormente un proceso de refinación. Como resultado se obtiene un producto untuoso, ligero y de color amarillento, sin las condiciones adecuadas suele ponerse rancio con cierta rapidez además de tener un sabor intenso y particular. Presenta diferentes beneficios de los cuales destaca ser rico en grasas mono y poliinsaturadas, es fuente de vitamina E y ayuda a la correcta absorción de las vitaminas liposolubles como la A, K y D, es abundante en omega 3 y omega 6 ayudando a mantener en correcto estado el sistema nervioso central además de que al freír se absorbe menos en los alimentos, por lo que rinde más que cualquier otro aceite. (PROFECO, 2019).

Los lípidos presentes en las membranas de las semillas de soya se componen principalmente de fosfolípidos y esfingolípidos como constituyentes menores los cuales son considerados componentes bioactivos que debido a su ingesta han demostrado inhibir el desarrollo de cáncer colorrectal y de piel, disminuir los niveles de colesterol en plasma e hígado y la regulación de la función de las células inmunes mientras que la ingesta de los fosfolípidos reducen el colesterol sérico y

acumulación de grasa en el hígado como nutrientes necesarios para el desarrollo neuronal adecuado y función hepática al igual que la reducción de colesterol LDL sérico por la presencia e ingesta de fitoesteroles y protección del deterioro oxidativo de los ácidos grasos poliinsaturados producido por tocoferoles (Medic *et al.*, 2014). Los ácidos grasos presentes en su mayoría en diferentes variedades de soya se describen en la Tabla 4, existe presencia de linoléico (C 18:2) ácido graso diinsaturado con valores entre (52.55 - 53.01) %, seguido del oléico (C 18:1), monoinsaturado con (22.06 – 23.51) %, luego palmítico (C 16:0) saturado con (11.36 – 12.04) %, el linolénico (C 18:3) poliinsaturado entre (5.45 – 6.08) % y en menor proporción el esteárico (C18:0) ácido graso saturado entre (4.02 - 5.25) %, en general, el porcentaje de ácidos grasos insaturados es mayoritario entre 80.17 – 82.91% y en menor cantidad los saturados con un rango de 15.38 – 17.25% (Lafont *et al.*, 2014).

**Tabla 4.** Porcentajes de ácidos grasos obtenidos en siete variedades de soya estudiadas (Lafont *et al.*, 2014).

<b>Cultivares</b>	<b>Palmítico</b>	<b>Esteárico</b>	<b>Oléico</b>	<b>Linoléico</b>	<b>Linolénico</b>
Soysk-5	11.29±0.2	4.11±0.1	23.35±0.5	53.01±0.3	5.91±0.4
Soysk-7	11.98±0.7	4.88±0.3	22.93±0.4	52.55±0.2	5.67±0.6
S.S.K	11.36±0.6	4.02±0.5	23.51±0.3	53.32±0.1	6.08±0.5
Cimarrona	11.43±0.3	4.25±0.7	23.22±0.6	52.98±0.8	5.86±0.1
Línea exp-SK	12.04±0.9	4.92±0.2	22.71±0.1	52.64±0.5	5.78±0.3
P-34	12.00±0.1	5.25±0.5	22.06±0.2	52.66±0.4	5.45±0.2
Ariari-1	11.92±0.5	4.76±0.6	22.94±0.1	52.63±0.2	5.52±0.1

### **3. JUSTIFICACIÓN**

La elaboración de nuevas formulaciones o reformulaciones de productos cárnicos como las salchichas tipo Frankfurt que ya existen en el mercado y que contienen cantidades altas de grasas saturadas en su composición las cuales han sido reportadas que generan efectos negativos a la salud, en la actualidad se buscan alternativas de sustitución sin alterar o interferir en las características organolépticas proporcionadas principalmente por ellas. De los oleogeles combinados con ceras naturales de grado alimentario que están siendo utilizadas como agentes estructurantes en aceites vegetales las cuales actúan como grasas semisólidas, la cera de abeja apunta a ser buena candidata por su alta capacidad de estructuración en la elaboración de matrices oleosas y poder ser empleadas en formulaciones de salchichas como sustituto de grasa saturada manteniendo la misma relación y estabilización de sus atributos durante almacenamiento en refrigeración.

#### **4. HIPÓTESIS**

H<sub>0</sub>: La sustitución de la grasa de cerdo por oleogeles de cera de abeja y aceites de canola y soya mejoraran las características fisicoquímicas y texturales en salchichas tipo Frankfurt manteniendo su estabilidad microbiológica y aceptación sensorial ideal comparado con una formulación tradicional.

H<sub>a</sub>: La sustitución de la grasa de cerdo por oleogeles de cera de abeja y aceites de canola y soya no mejorarán las características fisicoquímicas y texturales en salchichas tipo Frankfurt ni mantendrán su estabilidad microbiológica y aceptación sensorial ideal comparado con una formulación tradicional.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. General

Formular y caracterizar una salchicha tipo Frankfurt modificada con organogel a base de aceites de canola y soya estructurados con cera de abeja como remplazo o complemento de la grasa animal sobre las propiedades proximales, de textura, color, microbiológicas y sensoriales, así como el efecto de la maduración en refrigeración.

### 5.2. Específicos

- Formular los oleogeles a utilizar utilizando el 2.5% de cera de abeja en dos aceites vegetales comestibles.
- Formular las salchichas tipo Frankfurt reemplazando la grasa de cerdo por los oleogeles formulados.
- Determinar el análisis proximal y  $A_w$ .
- Determinar el pH y acidez titulable para cada formulación.
- Analizar el color de manera digital.
- Determinar la fuerza de incisión de cada formulación.
- Realizar un APT (Análisis de perfil de textura) para cada formulación.
- Realizar pruebas microbiológicas 21 días después de su elaboración.
- Evaluar sensorialmente el grado de aceptación y atributos de textura.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Preparación de los oleogeles

Para la preparación de los oleogeles se utilizó aceite de soya (Ragasa industrias S.A. DE C.V., México) y aceite de canola (Aceites, grasas y derivados, S.A. de C.V., México) adquiridos de una tienda de conveniencia y cera de abeja (ABREIKO IECZ63355, México) como agente estructurante.

De acuerdo a la concentración necesaria de cera de abeja como agente estructurante solidificante en solventes orgánicos, se empleó el 2.5% p/p para la producción del oleogel (Gao, Lei, et al., 2021) en aceites vegetales comestibles. Se pesaron los gramos correspondientes al 2.5% cera de abeja y 97.5% de aceites vegetales en un vaso de precipitado de 500ml que posteriormente se colocó en una parrilla eléctrica a 70°C en agitación suave y constante por un tiempo no mayor a 30 minutos hasta tener la cera disuelta perfectamente en el aceite, se dejó enfriar a temperatura ambiente. Luego, se cubrió con papel aluminio para su refrigeración y maduración por mínimo de 5 días con el fin de promover la estructuración de la red cristalina del oleogel (Wolfer *et al.*, 2018).

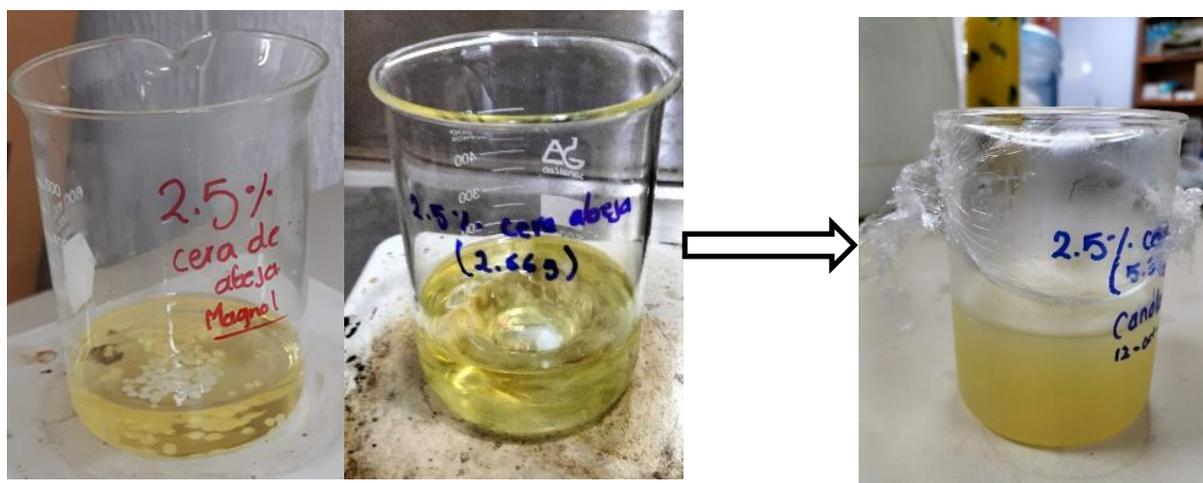


Figura 9. Oleogelificación de los aceites de soya y canola

## 6.2. Preparación de la salchicha

Se produjeron 900 g de salchichas aproximadamente presentando dimensiones de 10cm de largo y 2cm de diámetro por cada formulación con una sustitución de grasa añadida por oleogeles elaborados con aceite de soya y canola al 2.5% cera de abeja: TC o control = 100% grasa, T1= 100% canola, T2= 50%Canola T3= 100% soya y T4= 50% soya. Cada una de las sales de cura empleadas se colocaron juntamente con la carne en un procesador (Food processor Cuisinart CFP-800WBC) a la que se añadió al 50/50 oleogel y hielo. La carne empleada fue pierna de cerdo molida adquirida en el frigorífico del Papaloapan en Tierra Blanca, Veracruz y el hielo de una tienda de conveniencia hecho con agua 100% purificada. La emulsión cárnica que se obtuvo se cubrió con papel film y se almacenó por 24 hr a 4°C para conseguir la maduración y estructuración adecuada de las grasas incorporadas. En la Tabla 5 se describen los porcentajes de cada ingrediente utilizado en la elaboración de las salchichas, porcentajes que dan como resultado la sustitución del 20% de grasa por oleogel en toda la formulación.

**Tabla 5.** Formulación de salchicha Frankfurt (Wolfer *et al.*, 2018).

<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Gramos</b>
Carne	51.38	500
Grasa/oleogel	21.91	213.27
Hielo	21.99	214.05
Sal de cura	0.18	1.75
Azúcar	0.76	7.39
Fosfato	0.38	3.69
Eritorbato	0.04	0.38
Sazonador	1.73	16.83
Sal	1.63	15.86
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>973.4g</b>

Utilizando un molino-embutidor MGB-120 y tripa sintética de colágeno de 2 cm de diámetro se obtuvieron las salchichas las cuales fueron escaldadas a 80°C por 20

minutos, posteriormente se empacaron al vacío (VACUUM SEALER FSSMSL0160) y fueron almacenadas en refrigeración a 4°C para iniciar con las determinaciones.



**Figura 10.** Obtención de las salchichas

Tanto para la preparación de los oleogeles como de las salchichas se hicieron uso de equipos y utensilios de laboratorio durante cada proceso.

### **6.3. Análisis proximal**

Los análisis proximales de las salchichas elaboradas comprendieron en humedad, cenizas, grasas y proteínas, se realizaron de acuerdo a la NMX-F-065-1984- Alimentos. - Salchichas, especificaciones.

#### **6.3.1. Determinación de humedad**

La cuantificación de humedad se efectuó en escala de porcentaje de acuerdo a la NMX-F-083-1986- Determinación de humedad en alimentos. Se utilizaron cápsulas de porcelana, las cuales fueron llevadas a peso constante (véase anexo 1). Posteriormente se pesaron 5g de muestra de salchicha por triplicado para cada formulación y se colocaron en la estufa de secado ECOSHEL 9023A a 105°C por 24 horas. Los cálculos para la determinación del porcentaje de humedad se realizaron de acuerdo a la siguiente ecuación 1:



**Figura 11.** Estufa de secado Ecoshel

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(M1-M2)}{M} * 100$$

Ec(1)

Donde M1= peso de la cápsula a peso constante más la muestra húmeda (g), M2= peso de la cápsula a peso constante más la muestra seca (g) y M= peso de la muestra húmeda (g).

### 6.3.2. Determinación de cenizas

Las cenizas se determinaron según la NMX-F-066-S-197- Determinación de cenizas en alimentos-, expresada en porcentaje. Se necesitaron crisoles de porcelana a peso constante (véase anexo 1). Para este proceso se ocuparon 2 g de salchicha las cuales se depositaron en cada crisol realizándose por triplicado, posteriormente se introdujeron a una mufla LEF-203-P0 a 550°C por 4 horas. Los cálculos para determinar el porcentaje de cenizas se obtuvieron de acuerdo a la siguiente ecuación 2:



**Figura 12.** Mufla LEF-203-P0

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(M2-M1)}{M3} * 100$$

Ec(2)

Donde M1= peso del crisol a peso constante (g), M2= peso del crisol más muestra calcinada y M3= peso del crisol más muestra fresca (g).

### 6.3.3. Determinación de grasas

Se llevó a cabo la determinación de grasas según la NMX-F-089-S-1978- Método Soxhlet. Se pesó 5g de muestra seca y se colocaron en cartucho dentro de un extractor Soxhlet, se utilizó hexano como solvente para la extracción (véase anexo 2). El cálculo para determinación de grasas se realizó de acuerdo a la siguiente



ecuación 3:

$$\% \text{ Grasas} = \frac{(C2-C1)}{C} * 100$$

Ec(3)

Donde C= peso de la muestra de salchicha seca (g),  
C1= Peso del matraz a peso constante (g) y C2= Peso del matraz con grasa seca después del secado (g).

Figura 13. Equipo soxhlet

### 6.3.4. Determinación de proteína

Para la determinación de proteína presente en las formulaciones de salchichas se realizaron siguiendo los pasos de la técnica ensayo de Biuret con algunas modificaciones (Véase anexo 3). La técnica de Biuret puede ser empleada para determinar la concentración de proteínas en alimentos, ya que los enlaces peptídicos están formados con la misma frecuencia para cada aminoácido presente en el péptido. La intensidad del color desarrollada utilizando este reactivo y leída a 540 nm, guarda una relación directamente proporcional con la concentración de proteína, siguiendo la ley de Beer-Lambert.

### 6.3.5. Determinación de Actividad de agua (Aw)

Se realizaron las mediciones de la actividad de agua en las cinco formulaciones mediante un medidor de Aw HD-6 water activity meter. Se utilizaron 5g de cada muestra colocadas en un porta muestras en la sonda del equipo para su lectura realizándose por triplicado.



**Figura 14.** Medidor de Aw HD-6 water activity meter

### 6.3.6. Determinación de pH

Las determinaciones de pH se realizaron mediante el uso de un potenciómetro (OHAUS ST2100). El potenciómetro se calibró utilizando soluciones estándares de pH 4, pH 7 y pH 10. Las muestras se trituraron y diluyeron en agua (1:2) para su medición.



**Figura 15.** Potenciómetro OHAUS ST2100.

### 6.3.7. Determinación de acidez titulable

El porcentaje de acidez se determinó mediante el volumen gastado por titulación de NaOH al 0.1N en disoluciones de muestras de salchichas utilizando como indicador fenolftaleína. El cálculo del porcentaje de acidez se obtiene de acuerdo a la ecuación 4.

$$\% \text{ acidez} = \frac{N_{NaOH} * V_{NaOH}}{V \text{ Muestra}} * \frac{PM-\frac{g}{mol}}{DZ} * F.D.$$

Ec.(4)

Donde NNaOH= normalidad del hidróxido de sodio, VNaOH= volumen gastado de hidróxido de sodio, VMuestra= volumen de la muestra, PM= peso molecular del hidróxido de sodio, DZ= 1, y F.D.= factor de dilución.

### 6.4. Determinación de color instrumental

Para los parámetros de color se tomó el modelo CIE L\*a\*b\* con un colorímetro digital (Colorimeter A1212270258). Las salchichas se retiraron del refrigerador y se esperó a alcanzar una temperatura ambiente. Se tomaron 3 lecturas en la parte interna de cada formulación realizando un corte transversal. La fórmula empleada para calcular la diferencia del error en cada formulación se describe a continuación:



$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

Ec(5)

Dónde la  $\Delta E$ = la diferencia en cada formulación de salchicha,  $\Delta L$ =diferencia de las luminosidades elevado al cuadrado,  $\Delta a^*$ =diferencias del parámetro  $a^*$  elevado al cuadrado y  $\Delta b^*$ = diferencias del parámetro  $b^*$  elevado al cuadrado.

Figura 16. Colorímetro digital

### 6.5. Determinación de fuerza de incisión

La fuerza de incisión de las salchichas se determinó mediante el uso de un esclerómetro digital SHAHE-AGY-15, se realizaron cortes de 2cm por cada formulación y posteriormente se realizó la punción sobre cada muestra. Se tomaron 3 lecturas por cada muestra diferente para después realizar la conversión de los datos de  $\text{kg}_f/\text{cm}^2$  a N de acuerdo a la siguiente conversión:  $6 \text{ kg}_f/\text{cm}^2 = 28.80 \text{ N}$ .



Figura 17. Esclerómetro digital

### 6.6. Análisis del perfil de textura (APT)

El APT para las salchichas se realizó en el laboratorio de alimentos de la universidad tecnológica del centro de Veracruz. Se utilizaron 5 secciones de muestras de 2 cm de largo por cada formulación. Cada sección se comprimió dos veces al 50% de su altura original (Wolfer et al., 2018) mediante un analizador de textura (modelo Brookfield CT3) utilizando una sonda de corte para una deformación de 11 mm y una velocidad impulsora de 2 mm/s. Obteniendo parámetros de: Dureza, cohesividad, elasticidad, y adhesividad y permitiendo el cálculo de pegajosidad y masticabilidad de acuerdo a las ecuaciones 5 y 6 descritas a continuación:

$$\text{Pegajosidad} = \text{Dureza} * \text{cohesividad}$$

Ec(6)

$$\text{Masticabilidad} = \text{Dureza} * \text{cohesividad} * \text{elasticidad}$$

Ec(7)

### **6.7. Análisis microbiológico**

El análisis microbiológico de las salchichas elaboradas con sustitución de grasa por oleogeles de aceites de soya y canola estructurados con cera de abeja se realizó de acuerdo a la NMX-F-253-1977/2018- Cuenta de bacterias mesófilas aerobias, *E coli*, *listeria monocytogenes* y *Salmonella spp*. Se utilizaron 3 medios de cultivo: agar bacteriológico, agar dextrosa y papa y agar rojo bilis violeta. El método de siembra aplicado fue por inmersión a partir de una batería de diluciones para cada formulación. Las diluciones se realizaron de acuerdo a la NOM-F-286-1992- Alimentos-Preparación y dilución de muestras de alimentos para análisis microbiológicos. Las siembras se realizaron por triplicado para cada dilución. (Véase anexo 5).

### **6.8. Evaluación sensorial**

La evaluación sensorial de las salchichas se realizó mediante una prueba de aceptación (apariencia visual, sabor, olor, aceptación global y textura) de acuerdo a una escala de 10 puntos (1= me gusta muchísimo, 2= me gusta mucho, 3= me gusta moderadamente, 4= me gusta un poco, 5= me gusta muy poco, 6= me es indiferente, 7= me disgusta un poco 8= me disgusta moderadamente, 9= me disgusta mucho y 10= me disgusta muchísimo) y descriptiva textural (Dureza, cohesividad, masticabilidad, adhesividad, elasticidad y gomosidad) de acuerdo a una escala de 7 puntos (1= mayor percepción del atributo y 7= menor percepción del atributo). La evaluación se realizó en el día 0 y 21 posteriores a su elaboración con un panel de diez personas entrenadas mayores de 18 años. Se utilizaron dos hojas de evaluación (Anexo 6). Se cortaron secciones de salchichas de 2 cm de largo por cada formulación las cuales fueron asadas y presentadas al momento. Los datos fueron analizados estadísticamente.

### **6.9. Análisis experimental**

Los datos fueron analizados mediante un ANOVA utilizando el software Statsoft, inc (2011). STATISTICA (data analysis software system), versión 10 [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)., con una  $p < 0.05$  para medir el grado de significancia mediante un contraste de

medias. Para el análisis del color y perfil de textura se realizó por dos factores (formulación y tiempo de almacenamiento) usando una comparación de medias mediante una prueba de Tukey. Los experimentos fueron aleatorizados durante el tiempo de almacenamiento al día 0 y 21 las determinaciones se realizaron por triplicado para cada tratamiento

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. Análisis proximal y Aw

El análisis proximal de las salchichas tipo Frankfurt sustituidas con oleogeles se muestran en la Tabla 6, los cuales no presentaron diferencias significativas durante el tiempo de almacenamiento (21 días) a 8°C. En cuanto al parámetro de humedad las muestras T1, T2 y T3 no presentaron diferencias significativas respecto al control (TC) encontrándose en un rango de 39.58 a 43.28%, solo presentando una diferencia significativa la muestra T4 respecto a TC. El contenido de humedad de nuestras salchichas es bajo comparadas con lo descrito por Wolfer *et al.* (2018) en salchichas tipo Frankfurt con oleogel de aceite de soya estructurado con cera de salvado de arroz al 2.5% obtuvieron porcentajes humedad de 59 y 60%, así como Hleap & Velasco (2011) obtuvieron porcentajes de humedad del 65% en salchichas tipo Frankfurt de tilapia combinada con carne de res y cerdo sin sustitución de grasa. Sin embargo, un contenido bajo de humedad puede beneficiar la vida de anaquel del producto disminuyendo el riesgo a un posible crecimiento de microorganismos (Moreno *et al.*, 2018). Para el contenido de cenizas, las muestras formuladas T2 y T3 no presentaron diferencias significativas respecto a TC= 2.99% no así con las formulaciones de T1 y T4 teniendo un contenido de cenizas de 3.29 y 3.24% respectivamente, las concentraciones de sales involucradas en su proceso pueden estar relacionadas con la conservación del producto; cabe señalar que el contenido de sales en estas salchichas puede ser influenciado por las sales y minerales presentes en la carne utilizada (Arriaza 2019). En el contenido de lípidos las muestras formuladas y el control no presentaron diferencias significativas teniendo un porcentaje de lípidos en un rango de 63.65 a 67.38%. Es importante mencionar que las grasas en las salchichas cumplen un papel importante en la emulsión cárnica, brindando una apariencia deseable, exquisitez y aceptabilidad de la textura en el producto final (Ramos *et al.*, 2021). Para proteína se muestran que en las formulaciones T2 y T4 fueron iguales significativamente respecto a TC=10.04%, pero diferentes a T1 y T3 con 11.25 y 11.82% respectivamente. De acuerdo a los resultados descritos del análisis proximal, el % de humedad, cenizas y proteína

muestran permanecer dentro del rango permitido por la NMX-F-065-1984, a diferencia del contenido de lípidos encontrándose un 30% mayor que lo establecido, esto se puede deber principalmente a la grasa presente en la carne ya que contenía un 25%.

**Tabla 6.** Análisis proximal de las formulaciones de salchichas tipo Frankfurt.

Formulación	Humedad (%)	Cenizas (%)	Lípidos (%)	Proteína (%)	Aw
TC	43.28 ± 1.78 <sup>a</sup>	2.99 ± 0.10 <sup>a</sup>	66.38 ± 2.73 <sup>a</sup>	10.04 ± 0.47 <sup>a</sup>	0.92 ± 0.01 <sup>a</sup>
T1	42.00 ± 0.99 <sup>a</sup>	3.29 ± 0.16 <sup>b</sup>	67.09 ± 0.91 <sup>a</sup>	11.25 ± 1.04 <sup>b</sup>	0.95 ± 0.00 <sup>b</sup>
T2	39.58 ± 0.76 <sup>a</sup>	3.01 ± 0.01 <sup>a</sup>	65.38 ± 0.12 <sup>a</sup>	10.00 ± 0.64 <sup>a</sup>	0.95 ± 0.00 <sup>b</sup>
T3	43.16 ± 2.35 <sup>a</sup>	3.00 ± 0.11 <sup>a</sup>	64.77 ± 0.20 <sup>a</sup>	11.82 ± 0.08 <sup>b</sup>	0.95 ± 0.00 <sup>b</sup>
T4	37.35 ± 0.54 <sup>b</sup>	3.24 ± 0.11 <sup>b</sup>	63.65 ± 0.20 <sup>a</sup>	9.64 ± 1.03 <sup>ab</sup>	0.95 ± 0.00 <sup>b</sup>

Nota:

<sup>a-c</sup>: Diferentes letras dentro de las columnas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

De acuerdo a los datos presentados en la Tabla 6, la aw en todas las formulaciones con oleogel fue de 0.95 siendo diferentes significativamente respecto a TC=0.92 los cuales para todas las formulaciones se mantuvieron estables durante 21 días de almacenamiento, permaneciendo dentro del rango característico para un embutido. Resultados similares se encontraron por Ramos *et al.*, (2015) quienes formularon salchichas tradicionales de cerdo obtuvieron una aw de 0.97 estables en almacenamiento en condiciones de refrigeración durante 9 días e incluso en productos curados en seco como los descritos por Cence *et al.*, (2023) que obtuvieron una aw de hasta 0.92 estables por 28 días en salchichas de cerdo. sin embargo, la aw es sumamente importante principalmente por la vida útil del producto (Barrios Rios, 2019) motivos por los cuales estos tipos de productos se conservan con la adición de diferentes sales de cura como el cloruro de sodio el cual es reconocido como reductor de la aw y a pesar de incrementar su concentración en salchichas para hotdogs como lo describió Rodrigues *et al.*, (2020) únicamente redujo la aw de 0.98 a 0.96, valores que aún siguen siendo superiores a los presentados en la Tabla 6 utilizando oleogeles de cera de abeja que podría traer ventajas de utilización.

## 7.2. Determinación de pH y acidez titulable

Los resultados del parámetro pH para las formulaciones se muestran en la Tabla 7 encontrándose que todas las formulaciones constituidas con oleogeles presentaron diferencias significativas respecto al TC y así mismo el T2, T3 y T4 tampoco mostraron diferencias estadísticas comparadas entre ellas, sin embargo, después de 21 días de almacenamiento se mantuvo un pH de 6 para todas las formulaciones, siendo estos valores registrados óptimos en salchichas con grasa animal (Rodrigues et al., 2020) y salchichas Frankfurt sin que interfiera o altere el pH al utilizar oleogeles en su formulación (Panagiotopoulou *et al.*, 2016). Este comportamiento del pH son similares a los mostrados por Zampouni *et al.*, (2022) en salchichas fermentadas elaboradas con sustitución del 100 y 50% de grasa por oleogeles de aceite de oliva estructurados con monoglicéridos se observaron pH de un intervalo de 5.86 a 5.94 en el día 0 a 4.90–5.03 en el día 4. Así mismo Ferreira *et al.*, (2023) en salchichas elaboradas con sustitución de grasa por geles de aceite de canola y harinas de cereales los valores de pH se mantuvieron entre 5.24 y 5.64 observándose una estabilidad durante 120 días de almacenamiento lo que trae beneficio contra el deterioro microbiológico. Estos rangos de pH son importantes en productos cárnicos ya que funcionan para evitar el crecimiento de microorganismos indeseables, cambios de color, estabilidad como la formación de sabores y aromas indeseables, contribuyendo a las características organolépticas de los embutidos (Velandia 2002)(Cence et al., 2023).

**Tabla 7.** Determinación del pH y acidez en salchichas tipo Frankfurt

Formulación	pH		Acidez (%)	
	Día 0	Día 21	Día 0	Día 21
TC	6.80 ± 0.07 <sup>a</sup>	6.01 ± 0.03 <sup>a</sup>	2.17 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.25 ± 0.01 <sup>a</sup>
T1	6.93 ± 0.01 <sup>b</sup>	6.22 ± 0.00 <sup>b</sup>	1.82 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.26 ± 0.02 <sup>b</sup>
T2	6.87 ± 0.00 <sup>c</sup>	6.22 ± 0.00 <sup>b</sup>	2.02 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.30 ± 0.01 <sup>c</sup>
T3	6.87 ± 0.01 <sup>c</sup>	6.22 ± 0.00 <sup>b</sup>	2.02 ± 0.06 <sup>c</sup>	0.26 ± 0.01 <sup>b</sup>
T4	6.87 ± 0.07 <sup>c</sup>	6.22 ± 0.00 <sup>b</sup>	2.06 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.30 ± 0.00 <sup>c</sup>

Nota:

<sup>a-c</sup>: Diferentes letras dentro de las columnas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

El porcentaje de acidez titulable presente en las formulaciones se muestra en la Tabla 7. Se observó 1.82% para T1 siendo diferente significativamente con TC=2.17% y las demás formulaciones con 2.02%, mostrando ser iguales T2, T3 y T4. Así mismo el porcentaje de acidez en estos productos procesados se ven afectados principalmente por la composición de los ingredientes en su elaboración como la producción de ácido láctico en la carne, que puede llegar a presentar un porcentaje de acidez entre 0.2 y 0.8 (Taucaya, 2019), como resultados tras 21 días de almacenamiento, el porcentaje de acidez disminuyó considerablemente en un rango del 0.25-0.30%, disminución que beneficia la vida útil y el riesgo de producción microbiana.

### **7.3. Determinación de los parámetros de color CIEL\*a\*b\* y $\Delta E$**

El análisis de los parámetros CIEL\*a\*b\* mostró que de acuerdo a L\*, la formulación TC al día 0 de evaluación presentó diferencias significativas con todas las formulaciones, sin embargo, al día 21, TC no mostró diferencias estadísticas con T2 al día 0 y con T4 al día 21 de evaluación, mientras que las demás formulaciones presentaron valores más altos de luminosidad con respecto a TC para ambos días de medición. Siguiendo con el parámetro de a\*, todas las formulaciones con sustitución de grasa por oleogel presentaron diferencias significativas con respecto a TC al día 0 de evaluación lo que significa un aumento de tonalidades en dirección hacia el color rojo. Sin embargo, TC al día 21 de evaluación no presentó diferencias estadísticas con T2 para ambos días de medición y así mismo con T4 al día 0. Mientras que la sustitución del 100% grasa por oleogel tanto en T1 y T3 mantuvieron la misma relación durante el periodo de almacenamiento. Estos resultados presentaron un comportamiento similar a Wolfer *et al.*, (2018) al sustituir grasa de cerdo por oleogel de aceite de soya estructurado con cera de salvado de arroz en salchichas Frankfurt donde obtuvieron un color interno más oscuro y menos rojas que las formulaciones sustituidas con oleogel no presentando diferencias significativas durante el tiempo de almacenamiento. Así como la presencia de grasas o aceites vegetales en la formulación de una emulsión cárnica genera un efecto estadísticamente significativo según Álvarez *et al.*, (2011) los cuales

sustituyeron la grasa de cerdo en salchichas Frankfurt por aceite de canola y oliva enriquecidos con salvado de arroz y nuez observando un incremento en L\* de 72.93 a 78.06 y menores tonalidades rojizas.

**Tabla 8.** Determinación del color instrumental utilizando el modelo CIEL\*a\*b\*

Formulación	L*	a*	b*	$\Delta E$
TC <sub>0</sub>	69.34 ± 1.78 <sup>a</sup>	3.79 ± 1.26 <sup>a</sup>	8.03 ± 0.28 <sup>a</sup>	2.63 ± 0.00 <sup>a</sup>
TC <sub>21</sub>	78.85 ± 0.21 <sup>b</sup>	6.91 ± 1.61 <sup>b</sup>	6.99 ± 0.27 <sup>a</sup>	0.72 ± 0.27 <sup>a</sup>
T1 <sub>0</sub>	80.91 ± 1.14 <sup>c</sup>	5.44 ± 0.60 <sup>c</sup>	7.86 ± 0.27 <sup>a</sup>	1.65 ± 0.42 <sup>a</sup>
T1 <sub>21</sub>	81.70 ± 0.95 <sup>d</sup>	8.40 ± 0.57 <sup>d</sup>	9.07 ± 0.74 <sup>a</sup>	1.61 ± 0.68 <sup>a</sup>
T2 <sub>0</sub>	78.75 ± 0.78 <sup>b</sup>	6.45 ± 0.20 <sup>b</sup>	7.59 ± 1.68 <sup>a</sup>	3.06 ± 1.40 <sup>a</sup>
T2 <sub>21</sub>	81.78 ± 0.65 <sup>d</sup>	7.76 ± 0.54 <sup>b</sup>	6.99 ± 0.16 <sup>a</sup>	1.06 ± 0.47 <sup>a</sup>
T3 <sub>0</sub>	73.89 ± 0.92 <sup>e</sup>	5.60 ± 0.39 <sup>c</sup>	7.30 ± 0.58 <sup>a</sup>	1.56 ± 0.39 <sup>a</sup>
T3 <sub>21</sub>	81.93 ± 0.89 <sup>d</sup>	8.96 ± 0.99 <sup>d</sup>	9.21 ± 0.38 <sup>a</sup>	2.38 ± 0.56 <sup>a</sup>
T4 <sub>0</sub>	77.84 ± 0.78 <sup>f</sup>	7.55 ± 0.45 <sup>b</sup>	6.93 ± 0.23 <sup>a</sup>	1.25 ± 1.04 <sup>a</sup>
T4 <sub>21</sub>	79.04 ± 0.78 <sup>b</sup>	8.18 ± 1.95 <sup>d</sup>	9.72 ± 1.35 <sup>a</sup>	1.55 ± 0.70 <sup>a</sup>

Nota:

±: desviación estándar de cada formulación; <sup>a-f</sup>: Diferentes letras dentro de las columnas por día indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) utilizando una prueba de Tukey.

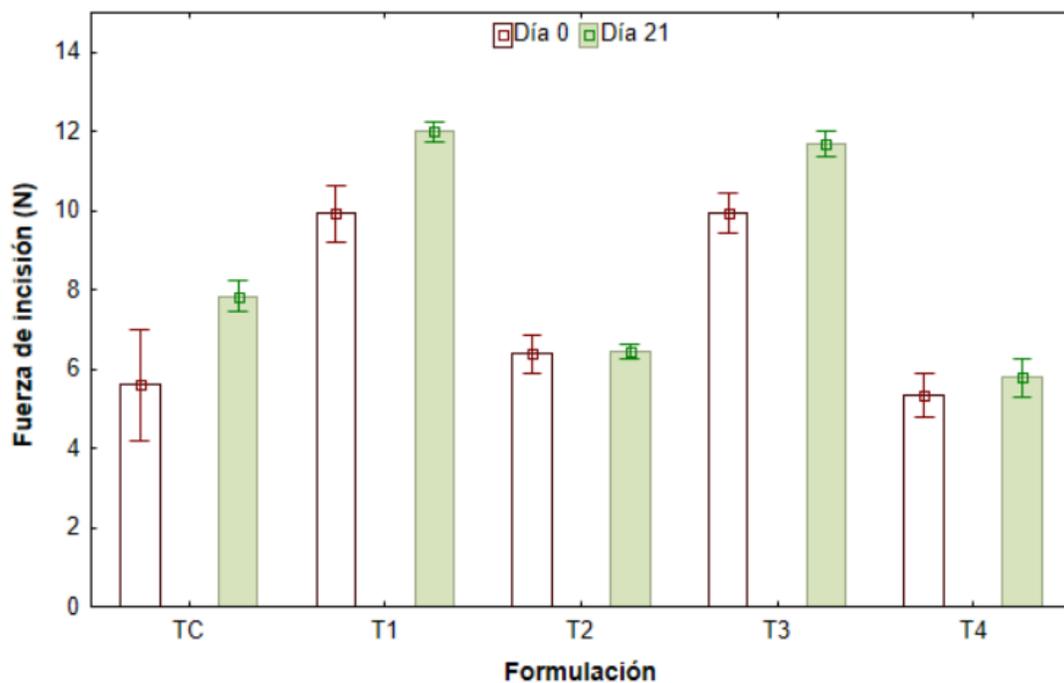
Así mismo en el parámetro de b\* no se observó diferencias significativas en todos los tratamientos con respecto al TC en ambos días de evaluación. Estos resultados comparados por Monteiro *et al.*, (2017) demostraron que utilizar una sustitución únicamente del 0 a 10%, específicamente de aceite de canola no presentaron diferencias significativas en tonalidades amarillas b\* = 7.94 – 11.38 en salchichas frescas.

Para  $\Delta E$ , la incorporación de oleogeles estructurados con cera de abeja como sustituto de grasa no generó cambios significativos comparados entre las formulaciones y respectivamente con el TC. El  $\Delta E$  representa la discrepancia entre dos colores, ya sea en términos de percepción visual o medición que se interpreta

de la siguiente manera:  $2 < \Delta E < 5$  todos los observadores pueden ver fácilmente las diferencias visuales en el producto (Panagiotopoulou *et al.*, 2016) como se puede observar en el TC, T2 al día 0 de la evaluación y T3 al día 21, si los resultados obtenidos son datos inferiores a un valor  $\Delta E$  de 2 se consideran que no existen las diferencias visuales entre tratamientos (Estévez & Ventanas, 2005 & Stober *et al.*, 2001).

#### 7.4. Determinación de la fuerza de incisión

Los valores correspondientes a la determinación de la fuerza de incisión realizada para cada formulación de salchicha mediante un esclerómetro se presentan en la figura 20, correspondientes a los días 0 (barra color blanca) y día 21 (barra color verde) posteriores a su elaboración.



**Figura 18.** Efecto de cada tratamiento sobre la fuerza de incisión en N ( $p < 0.05$ ) en el día 0 y 21 después de su elaboración.

Formulaciones correspondientes a T1 y T3 al día 0 de evaluación demostraron que se necesita mayor fuerza para llevar a cabo una compresión al emplear oleogel

como sustituto de grasa animal con valores de 9.92 N y 9.94N, presentando diferencias significativas con el TC. Este incremento de la fuerza necesaria ante la oposición de resistencia en formulaciones del 100% oleogel para ambos aceites puede ser debido a la presencia de los glóbulos de grasas mucho más pequeños que la grasa de cerdo provocando una masa cárnica más compacta y dura con mayor viscosidad (Barbut *et al.*, 2016<sup>a</sup> & Barbut *et al.*, 2016<sup>b</sup>). Sin embargo, las formulaciones T2 y T4 no mostraron diferencias significativas entre ellas mismas ni con el TC resultando ser más prometedoras. La implementación de oleogeles estructurados con ceras comestibles podrían traer ventajas como un alimento con una mejor textura (Wolfer *et al.*, 2018) pudiendo atribuir este efecto a la composición compleja de la cera, que para este trabajo, cera de abeja influenciado con los aceites vegetales, resultan salchichas más duras. El aumento de la fuerza necesaria de incisión en T1, T3 y TC pasados los 21 días de su elaboración pudo haberse ocasionado por la dureza que fueron adquiriendo las salchichas a causa de la liberación de agua (Araújo *et al.*, 2021) lo que significaría una emulsión que puede irse rompiendo al paso del tiempo, más sin embargo T2 y T4 no presentaron aumento de este parámetro lo que significaría un buen atrapamiento físico de la emulsión ante todos los constituyentes de la salchicha.

### **7.5. Determinación del perfil de textura**

En la Tabla 9 se muestran los valores de las variables de respuesta: dureza, cohesividad, elasticidad, adhesividad, pegajosidad y masticabilidad obtenidos para las cinco formulaciones de salchichas tipo Frankfurt ensayadas.

El análisis de perfil de textura para el parámetro de dureza, mostró que la formulación TC no presentó diferencias significativas respecto al tiempo de almacenamiento en 0 y 21 días, sin embargo, todas las formulaciones que tuvieron una sustitución de oleogel desarrollaron una mayor estructuración al día 21, esto debido a la recristalización del oleogel sobre la emulsión cárnica lo cual se vio reflejado en el incremento de este parámetro (Barbut, 2015). Así mismo el T2 en el día 21 y el T4 en ambos días no mostraron diferencias estadísticas respecto al TC;

mientras que las formulaciones formuladas con un 100% de oleogel (T1 y T3) desarrollaron un aumento de la dureza por arriba de un 20%, esto debido a la composición que ofrece el aceite de soya, el cual favorece la estructuración cuando es sometido al proceso de oleogelación. Estos datos comparados a los reportados por *Wolfer et al.*, (2018) y *Barbut et al.*,(2016b) manifestaron la misma relación en cuanto a dureza observándose un incremento al utilizar oleogeles de aceites de canola y soja estructurados con cera de arroz y etilcelusa como sustituto de grasa en salchichas tipo Frankfurt. Como también se observó un incremento de la dureza de en un 2% a partir de una sustitución de grasa de cerdo de un 25, 50, 75 y 100% por oleogel de aceite de soya estructurado con celulosa regenerada (*Hu et al.*, 2016).

Para la cohesividad se observó que el tiempo de almacenamiento si promovió una diferencia estadística en las formulaciones a excepción del T3, el cual se mantuvo estable en ambos días de evaluación. Sin embargo, el T2 al día 21 fue la única formulación que no presentó diferencias significativas con el TC al tiempo 0 de evaluación. Estas variaciones podrían estar relacionadas con la estabilización de la emulsión cárnica respecto a las interacciones y enlaces bioquímicos que ocurren como un efecto de la mezcla proteínica con los diferentes tipos de grasa (*Youssef et al.*, 2011).

De igual forma, *Delgado et al.*, (2010) al utilizar emulsiones de aceite de oliva, linaza y pescado observaron un incremento de la cohesividad y que al mismo tiempo pasados 40 días de almacenamiento sufrieron un descenso. Por otra parte se ha comprobado que la utilización de emulsiones utilizando la estructuración del aceite de soya se asocian salchichas con mayor dureza y elasticidad y así mismo utilizando una sustitución del 50% oleogel proporciona una matriz cárnica más homogénea y con mejor cohesión (*Gutierrez & Siche*, 2022).

**Tabla 9.** Valor medio del análisis de textura en las salchichas con sustitución de grasa por oleogel y control a 0 y 21 días de almacenamiento en refrigeración 4°C.

Formulación	Dureza (gf)	Cohesividad	Elasticidad (mm)	Adhesividad (mJ)	Pegajosidad (gf)	Masticabilidad (gf)
<b>TC<sub>0</sub></b>	315.67± 33.48 <sup>a</sup>	0.27 ± 0.03 <sup>a</sup>	8.20 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.35 ± 0.03 <sup>a</sup>	70.13 ± 5.71 <sup>a</sup>	626.38 ± 77.38 <sup>a</sup>
<b>TC<sub>21</sub></b>	355.83± 40.25 <sup>a</sup>	0.23 ± 0.02 <sup>c</sup>	8.03 ± 0.15 <sup>a</sup>	0.45 ± 0.01 <sup>b</sup>	104.84 ± 13.27 <sup>b</sup>	647.23 ± 84.66 <sup>a</sup>
<b>T1<sub>0</sub></b>	452.83± 8.229 <sup>b</sup>	0.30 ± 0.01 <sup>d</sup>	10.36 ± 0.15 <sup>d</sup>	0.41 ± 0.03 <sup>c</sup>	132.63 ± 4.06 <sup>c</sup>	1434.70 ± 21.75 <sup>c</sup>
<b>T1<sub>21</sub></b>	511.83 ± 31.37 <sup>c</sup>	0.35± 0.02 <sup>e</sup>	9.86 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.60 ± 0.06 <sup>d</sup>	167.24 ± 7.53 <sup>c</sup>	1601.10± 89.25 <sup>d</sup>
<b>T2<sub>0</sub></b>	397.00 ± 23.40 <sup>d</sup>	0.46 ± 0.03 <sup>f</sup>	10.06 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.24 ± 0.05 <sup>c</sup>	164.80 ± 57.57 <sup>c</sup>	1857.5 ± 257.59 <sup>f</sup>
<b>T2<sub>21</sub></b>	355.00± 36.37 <sup>a</sup>	0.27 ± 0.03 <sup>a</sup>	9.20 ± 0.10 <sup>f</sup>	0.33 ± 0.00 <sup>c</sup>	125.91 ± 18.26 <sup>c</sup>	1139.9 ± 189.75 <sup>g</sup>
<b>T3<sub>0</sub></b>	456.33 ± 16.91 <sup>b</sup>	0.33 ± 0.02 <sup>b</sup>	9.70 ± 0.60 <sup>c</sup>	0.37 ± 0.11 <sup>a</sup>	208.63 ± 11.05 <sup>d</sup>	2015.1 ± 90.75 <sup>b</sup>
<b>T3<sub>21</sub></b>	575.83 ± 58.70 <sup>e</sup>	0.33 ± 0.01 <sup>b</sup>	9.73 ± 0.11 <sup>g</sup>	0.43 ± 0.03 <sup>b</sup>	279.98 ± 56.64 <sup>e</sup>	1934.2 ± 321.76 <sup>b</sup>
<b>T4<sub>0</sub></b>	297.67 ± 12.86 <sup>a</sup>	0.36 ± 0.02 <sup>g</sup>	8.30 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.16 ± 0.03 <sup>e</sup>	109.32 ± 11.00 <sup>b</sup>	943.82 ± 66.93 <sup>h</sup>
<b>T4<sub>21</sub></b>	345.33 ± 40.26 <sup>a</sup>	0.29 ± 0.00 <sup>h</sup>	9.56 ± 0.25 <sup>c</sup>	0.21 ± 0.12 <sup>f</sup>	125.75 ± 5.47 <sup>b</sup>	1202.7 ± 50.97 <sup>i</sup>

Nota:

±: desviación estándar de la formulación; <sup>a-i</sup>: Diferentes letras dentro de la misma columna indica diferencias significativas (p<0.05) de acuerdo a una prueba Tukey.

Por su parte, la elasticidad no generó cambios estadísticos respecto al tiempo en TC. Sin embargo, todas las formulaciones con presencia de oleogel sufrieron un incremento de aproximadamente el 20% siendo el T4 al tiempo 0 la formulación que no presentó diferencias significativas. El empleo de componentes que pueden ser estructurantes como el salvado de arroz o nuez en aceites vegetales han demostrado intercalarse en la matriz proteica de salchichas, interactuando con los glóbulos de grasa y las proteínas de la carne lo que resulta en una estructura compacta, continua y menos porosa con una densidad moderada de hebras lo que proporciona mayor elasticidad en la red de la matriz (Álvarez *et al.*, 2012), efectos que en la cera de abeja se un sistema de autoensamblaje mediante las interacciones entre fuerzas de Van der Waals, enlaces de hidrógeno e hidrofóbicos entre las moléculas pequeñas que van generando una matriz oleosa más firme y estable proporcionando efectos en los atributos de textura, así como al ser incorporados en las salchichas provocando el aumento de los valores en estos parámetros. (Gao, Lei, et al., 2021).

Los valores mostrados en la Tabla 9 para el parámetro de adhesividad permiten observar que el tiempo de almacenamiento interfirió en todas las formulaciones promoviendo un aumento en la energía necesaria de adherencia; a excepción del T3 en el día 21, que no presentó diferencias significativas con respecto al TC en este mismo tiempo de evaluación y del T2 que no mostró diferencias estadísticas en ninguno de los tiempos de evaluación en comparación con el incremento observado en todos los tratamientos.

Puede verse también que los valores descritos para el atributo de pegajosidad indican una diferencia significativa entre el TC y el T3 en ambos tiempos considerados para la medición. Contrario a lo anterior, el T1 y el T2 no presentaron diferencias estadísticas respecto a los tiempos de evaluación. Adicionalmente el T4 tanto al tiempo 0 como 21 no mostraron diferencias significativas respecto al TC para el tiempo 21.

Finalmente, acorde a los valores reportados en la Tabla 9, todas las formulaciones que están constituidas con un porcentaje de oleogel incrementaron la fuerza necesaria para llevar a cabo el proceso de masticación en comparación con la formulación con grasa natural en los tiempos evaluados. Esto significa que estas formulaciones requieren una cantidad mayor de fuerza para su desintegración total con respecto al TC. Es importante puntualizar que sólo el T3 mostró un comportamiento similar al TC con respecto al tiempo, sin embargo, estos aún fueron mayores. Por último, cabe mencionar que los valores de masticabilidad más cercanos a los observados en el TC fueron mostrados por el T2 en el tiempo 21 y el T4 para ambos días evaluados. El incremento de la fuerza y energía necesaria para deformar y desintegrar el alimento es causado por el oleogel el cual proporciona mejor este atrapamiento físico en la emulsión cárnica que la grasa de cerdo durante su almacenamiento (Jiménez *et al.*, 2010). Tomando en consideración el parámetro de dureza y que interfiere en los demás atributos como la masticabilidad, la presencia de aceites vegetales emulsionados en la matriz cárnica producen salchichas más duras debido a las interacciones grasa-proteína logrando una cristalización que atrapa todos los constituyentes y que resulta en una mayor resistencia a la compresión (Caroline *et al.*, 2021).

Aunado a todo lo discutido anteriormente, los resultados del análisis del perfil de textura puntualizan que, de los factores evaluados, la formulación y sustitución de grasa por oleogel como factor 1 y como factor 2, el tiempo de almacenamiento, el factor 1 tiene un efecto más significativo sobre las propiedades o atributos de textura y este efecto es más pronunciado en las salchichas elaboradas con un 100% sustitución de grasa por oleogel.

#### **7.6. Análisis microbiológico**

El análisis microbiológico se realizó 21 días después de la elaboración de las salchichas almacenadas en refrigeración. De acuerdo a la NMX-F-253-1977/2018. Se observó que no existió crecimiento microbiano en ningún medio de cultivo utilizado a excepción de la formulación T3 canola con 80UFC/100g de muestra, crecimiento que pudo haber sido causado por el ambiente o manipulación de

siembra, sin embargo, se encuentra por debajo del límite permisible lo que no significa ningún riesgo.

**Tabla 10.** Evaluación microbiológica 21 días después de la elaboración de las salchichas.

<b>Microorganismo</b>	<b>Mesófilos aerobios</b>	<b><i>E. coli</i></b>	<b><i>Listeria monocytogenes</i></b>	<b><i>Salmonella spp</i></b>
<b>Cantidad permitida</b>	100 UFC/g	<3 NMP/g	Ausente	Ausente
<b>TC</b>	ND	ND	ND	ND
<b>T1</b>	ND	ND	ND	ND
<b>T2</b>	ND	ND	ND	ND
<b>T3</b>	80 UFC/100	ND	ND	ND
<b>T4</b>	ND	ND	ND	ND

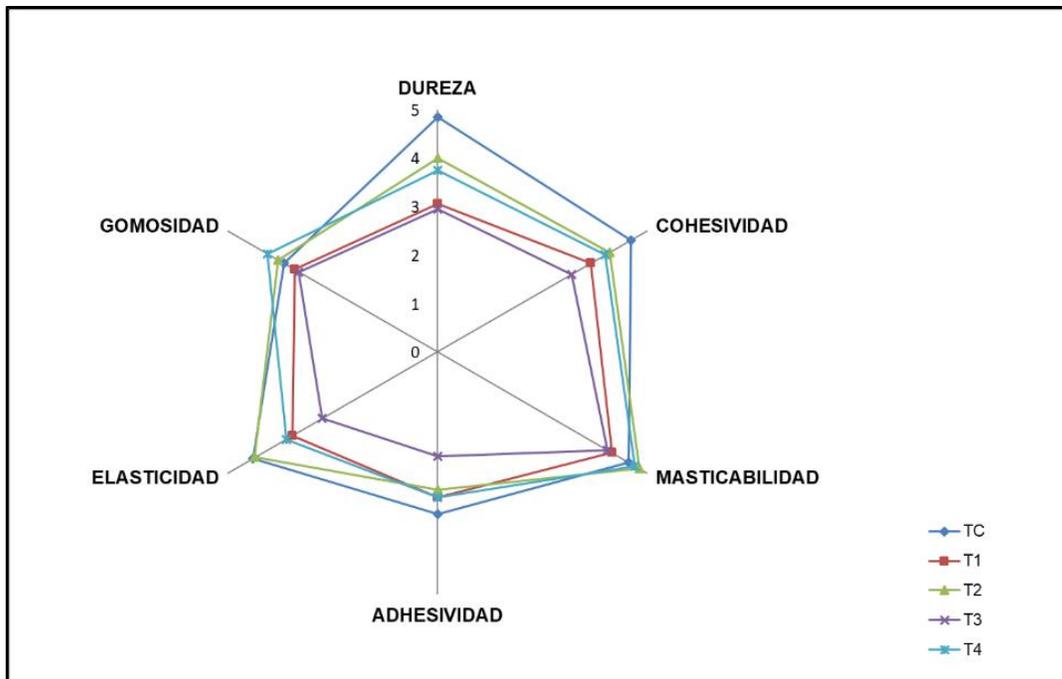
Nota: ND= no detectado, UFC= Unidades formadoras de colonias

Estos resultados pueden ser comparados con lo descrito por Ferreira *et al.*, (2023) quienes sustituyeron la grasa por geles de aceite de canola y harinas de cereales gelificados con alginato donde no presentaron crecimientos del género enterobacterias, sin embargo en el almacenamiento al día 120 se observó crecimiento de moho (microorganismo mesófilo aerobio) superando el límite aceptable para consumo (120 UFC/g). sin embargo, el tiempo de vida de un embutido es no puede ser mayor a 120 días.

Además, los resultados obtenidos y descritos en la Tabla 10 se pueden relacionar con las determinaciones de acidez titulable mostrados en la Tabla 7, la cual muestra que hubo una menor producción de ácido láctico tras el paso de los días de almacenamiento lo que contribuyó a que no existiera crecimiento microbiano en las salchichas ya que aumenta cuando ocurre una fermentación microbiana (Torres *et al.*, 2009).

### **7.7. Evaluación sensorial**

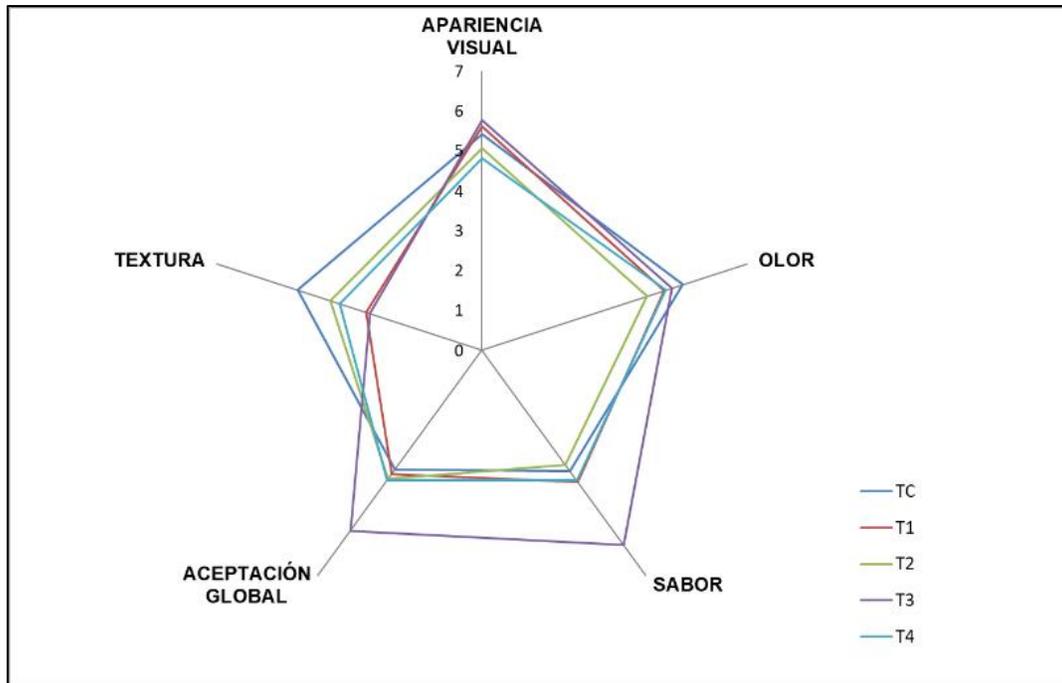
Los datos obtenidos para la evaluación sensorial de las salchichas tipo Frankfurt se muestran en las figuras 21 y 22 sin presentar diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) por el tiempo de almacenamiento obteniéndose las mismas evaluaciones de los panelistas para el día 0 y 21.



**Figura 19.** Análisis sensorial de las salchichas tipo Frankfurt de acuerdo a los atributos de textura ( $p < 0.05$ ).

Para una evaluación sensorial tomando en consideración la textura es un análisis que ayuda a tener una mejor comprensión de la aceptación de estos productos entre los consumidores o panelistas y a correlacionar estos con los obtenidos de manera mecánica mediante un análisis de perfil de textura (Fontes *et al.*, 2023). De acuerdo a la prueba sensorial y a la figura 21, las formulaciones T2 y T4 presentaron la mejor calificación para los atributos de textura con una calificación equivalente a un producto que no es ni duro ni suave, ligeramente adhesivas y elásticas con una puntuación de 3, y para masticabilidad, gomosidad y cohesividad se obtuvieron de puntuaciones de 3 y 4, siendo estas formulaciones las que mejor similitud obtuvieron respecto a TC ya que salchichas que contienen el 100% oleogel (T1 y T3) obtuvieron una calificación menos cercana al TC con una puntuación más cercana a 1, logrando percibir con mayor intensidad cada atributo. La elección de formulaciones del 50% se comparte juntamente con los resultados del análisis de perfil de textura descritos en la Tabla 9 y se compara con Caroline *et al.*, (2021) quienes formularon salchichas boloñesas utilizando pre-emulsiones de aceite de girasol de alto oleico

donde la sustitución del 50% fue igual al control sensorialmente, mientras que las menos aceptadas fueron salchichas con una sustitución de la grasa del 75 y 100%.



**Figura 20.** Análisis sensorial de las salchichas tipo Frankfurt de acuerdo a una escala de grado de aceptación ( $P < 0.05$ ).

De acuerdo a la evaluación de grado de aceptación descrita en la figura 22, el gusto resultó muy poco para la apariencia visual y olor de todas las formulaciones. Para el atributo de sabor, el gusto fue moderadamente aceptado para el TC y T2 mientras que un gusto muy poco para el T4 e indiferente para el T3. La aceptación en base a la dureza/firmeza reveló una puntuación donde el TC y el T2 presentaron la mayor firmeza comparado con las demás formulaciones. los tratamientos T1 y T2 fueron calificadas por el grupo de panelistas como las mejores en el atributo de aceptación global del producto y que además fueron muy parecidas a TC. Estos resultados se comparan con Fontes-Candia *et al.*, (2023) quienes tuvieron mejor aceptación formulaciones de salchicha con el 50% de sustitución de grasa por emulsiones de aceites vegetales.

Uno de los atributos importantes a considerar en la evaluación de la apariencia visual en un alimento es el color, el cual genera una primera impresión de perspectiva hacia el producto. Lo que se observó para todas las formulaciones de salchichas obteniendo poca aceptación en cuanto a apariencia visual, resultado que puede estar vinculado al pobre desarrollo del color rojo característico por la falta de la utilización de aditivos y colorantes en el proceso, ya que en embutidos, compuestos que contribuyen a la apariencia rosa atractiva se forman principalmente al reaccionar los grupos NO proveniente de nitritos con la Mioglobina formando nitrosomioglobina (NOMb), se identifican por tonos según sea la reacción como la OMb (roja) y MetMb (marrón) atribuidas a la oxidación del nitrito a NO (Medina 2016) aditivos que no fueron empleados en el proceso, además el empleo de oleogel de aceites vegetales como sustitutos de grasas incrementa la claridad en el producto debido a la presencia del aceite y sus componentes como antioxidantes carotenoides (Álvarez *et al.*, 2011 & Wolfer *et al.*, 2018).

## 8. CONCLUSIONES

Este trabajo ha demostrado el uso potencial de la cera de abeja en calidad de agente estructurante en la elaboración y utilización de oleogeles de aceites de soya y canola empleados como remplazo parcial y total de la grasa de cerdo en salchichas tipo Frankfurt. La sustitución de grasa por oleogeles no afectó los atributos fisicoquímicos manteniéndose estables en almacenamiento durante 21 días. Demostraron que la influencia del oleogel tanto en el 100% afectó la fuerza para realizarle una incisión siendo más duras y afectando la pegajosidad y masticabilidad, contrario a ambas formulaciones del 50% que presentaron mayores similitudes a una salchicha con grasa de cerdo. Además, la utilización de aceite estructurado con cera de abeja puede garantizar buena vida de anaquel y que no existió crecimiento microbiano pudiéndose relacionar con la estabilidad del pH y aw durante su almacenamiento. De esta manera, la sustitución de grasas saturadas por oleogeles en productos de mayor consumo y adquisición como los embutidos resultarían ser una buena estrategia para el sector salud, brindando un producto con una disminución de ingesta de grasa saturada y que formulaciones con un 50% de sustitución de grasa por oleogeles de aceites de canola y soya presentan características aceptables y similares a un control además de ser las que las que se prefieren sensorialmente, sin embargo la elección de T2 podría ser una buena alternativa por la presencia del aceite de canola considerando como el que menor porcentaje de ácidos grasos saturados presenta.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Administration, F. and D. (1973). *Sustancias alimentarias directas afirmadas como generalmente reconocidas seguras*. Alimentos Para El Consumo Humano. <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=184.1973>
- Agüero, S. D., García, J. T., & Catalán, J. S. (2015). Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. *Nutricion Hospitalaria*, 32(1), 11–19. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.1.8874>
- Álvarez, D., Delles, R. M., Xiong, Y. L., Castillo, M., Payne, F. A., & Laencina, J. (2011). Influence of canola-olive oils, rice bran and walnut on functionality and emulsion stability of frankfurters. *Lwt*, 44(6), 1435–1442. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.01.006>
- Álvarez, D., Xiong, Y. L., Castillo, M., Payne, F. A., & Garrido, M. D. (2012). Textural and viscoelastic properties of pork frankfurters containing canola – olive oils , rice bran , and walnut. *MESC*, 92(1), 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.012>
- Ambrosi, M., Raudino, M., Pieraccini, G., Corti, C., Tenorio-Alfonso, A., & Martínez, I. (2023). Understanding the formation of efflorescence on beeswax models housed at the Natural History Museum of Florence. *Journal of Cultural Heritage*, 62, 143–150. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2023.05.023>
- Araújo, Í. B. S., Lima, D. A. S., Pereira, S. F., Paseto, R. P., & Madruga, M. S. (2021). Effect of storage time on the quality of chicken sausages produced with fat replacement by collagen gel extracted from chicken feet. *Poultry Science*, 100(2), 1262–1272. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.029>
- Arriaza, A. (2019). *Reformulación de salchichas tipo Frankfurt . Influencia en sus propiedades físico-químicas , organolépticas y aceptabilidad*. 2002–2018. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.2878>

- Arriaza Lozano, A. (2019). *Reformulación de salchichas tipo Frankfurt . Influencia en sus propiedades físico-químicas , organolépticas y aceptabilidad Introducción Salchichas tipo Frankfurt en la dieta. 2002–2018.*  
<https://doi.org/10.19230/jonnpr.2878>
- Aydeniz Guneser, B., Yilmaz, E., & Uslu, E. K. (2021). Sunflower Oil–Beeswax Oleogels Are Promising Frying Medium for Potato Strips. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 123(10), 1–27.  
<https://doi.org/10.1002/ejlt.202100063>
- Barbut, S. (2015). Chapter 24 - Texture. *Handbook of Fermented Meat and Poultry*, 207–215.
- Barbut, S., Wood, J., & Marangoni, A. (2016a). Potential use of organogels to replace animal fat in comminuted meat products. *Meat Science*, 122, 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.08.003>
- Barbut, S., Wood, J., & Marangoni, A. G. (2016b). Effects of Organogel Hardness and Formulation on Acceptance of Frankfurters. *Journal of Food Science*, 81(9), C2183–C2188. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13409>
- Barrios Rios, F. A. (2019). Analisis De Actividad De Agua En Alimentos. *Barrios Rios, Fabian Andres*. <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/49339>
- Benjamin, W. (2019). Estructuración de aceite vegetal mediante interesterificación y organogelación. *Universidad Autónoma de Aguas Calientes*, 3, 1–9.
- Bhattarai, M., Penttilä, P., Barba, L., Macias-Rodriguez, B., Hietala, S., Mikkonen, K. S., & Valoppi, F. (2022). Size-dependent filling effect of crystalline celluloses in structural engineering of composite oleogels. *Lwt*, 160(January).  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113331>
- Bourne, M. C. (2002). Food Texture and Viscosity: 4 Principles of Objective Texture Measurements. *Food Texture and Viscosity, 1961*, 107–188.
- Bradbear, N. (2005). La apicultura y los medios de vida sostenible. In *FAO*.

<https://www.fao.org/3/y5110s/y5110s00.htm#Contents>

Caroline, A., Souza, C. De, Rodrigues, M. A., & Lopes, R. (2021). Glyceryl monostearate-based oleogels as a new fat substitute in meat emulsion. *Meat Science*, 174(December 2020), 108424.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108424>

Cence, K., Vendruscolo, M. J. D., da Silva, L. M., Colet, R., Junges, A., Steffens, C., Zeni, J., & Valduga, E. (2023). Development of dry-cured pork sausage with sodium nitrite and nitrate microencapsulates: Physicochemical properties, mathematical modeling, sensory, and microbiological analysis. *Food Chemistry Advances*, 2(September 2022), 100216.

<https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100216>

Chávez, E. (2015). Manual Sacrificio, manejo y procesado artesanal de carne de ganado bovino. *CIAD*.

COMECARNE. (2021). *Los beneficios de las carnes frías*. Consejo Mexicano de La Carne.

COMECARNE. (2023). *Compendio Estadístico 2023*. [www.comecarne.org](http://www.comecarne.org)

da Silva, T. L. T., Arellano, D. B., & Martini, S. (2019). Interactions between candelilla wax and saturated triacylglycerols in oleogels. *Food Research International*, 121(July 2018), 900–909.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.018>

Dassanayake, L. S. K., Kodali, D. R., & Ueno, S. (2011). Formation of oleogels based on edible lipid materials. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 16(5), 432–439. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2011.05.005>

de Zambrano, M. I. G. (2012). El aceite canola y sus efectos en la salud. *Anales Venezolanos de Nutricion*, 25(2), 94–99.

Delgado-Pando, G., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., & Jiménez-Colmenero, F. (2010). Healthier lipid combination as functional ingredient influencing sensory

and technological properties of low-fat frankfurters. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(8), 859–870.

<https://doi.org/10.1002/ejlt.201000076>

Dey, S., & Nagababu, B. H. (2022). Applications of food color and bio-preservatives in the food and its effect on the human health. *Food Chemistry Advances*, 1(September 2021), 100019.

<https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100019>

Ferreira, P., Fabiana, C., & Paulo, J. (2023). *Vegetable-based frankfurter sausage production by different emulsion gels and assessment of physical-chemical, microbiological and nutritional properties*. 3(June).

<https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100354>

Fontes-Candia, C., Martínez-Sanz, M., Gómez-Cortés, P., Calvo, M. V., Verdú, S., Grau, R., & López-Rubio, A. (2023). Polysaccharide-based emulsion gels as fat replacers in Frankfurter sausages: Physicochemical, nutritional and sensorial evaluation. *Lwt*, 180(October 2022).

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114705>

Gao, Y., Lei, Y., Wu, Y., Liang, H., Li, J., Pei, Y., Li, Y., Li, B., Luo, X., & Liu, S. (2021). Beeswax: A potential self-emulsifying agent for the construction of thermal-sensitive food W/O emulsion. *Food Chemistry*, 349(January), 129203.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129203>

Gao, Y., Li, M., Zhang, L., Wang, Z., Yu, Q., & Han, L. (2021). Preparation of rapeseed oil oleogels based on beeswax and its application in beef heart patties to replace animal fat. *Lwt*, 149(February), 111986.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111986>

García-Andrade, M., Gallegos-Infante, J. A., & González-Laredo, R. F. (2019). Organogeles como mejoradores del perfil lipídico en matrices cárnicas y lácteas. *CienciaUAT*, 14(1), 121.

<https://doi.org/10.29059/cienciauat.v14i1.1129>

- Granados, C., Guzmán, L. E., & Acevedo, D. (2013). Análisis proximal, sensorial y de textura de salchichas elaboradas con subproductos de la industria procesadora de atún (*Scombridae thunnus*). *Informacion Tecnologica*, 24(6), 29–34. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000600005>
- Gravelle, A. J., & Marangoni, A. G. (2018). Ethylcellulose Oleogels: Structure, Functionality, and Food Applications. In *Advances in Food and Nutrition Research* (1st ed., Vol. 84). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2018.01.002>
- Guo, Y., Cai, Z., Xie, Y., Ma, A., Zhang, H., Rao, P., & Wang, Q. (2020). Synthesis, physicochemical properties, and health aspects of structured lipids: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(2), 759–800. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12537>
- Gutiérrez Guerrero, M. del C. (2019). Estructuración de aceite vegetal mediante interestificación y organogelación. *Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 115.
- Gutierrez Varas, M. A., & Siche, R. (2022). Producción de salchichas saludables: Una revisión de los sustitutos de origen vegetal para grasa, carne y sales. *Manglar*, 19(4), 379–389. <https://doi.org/10.57188/manglar.2022.048>
- Hu, H., Pereira, J., Xing, L., Hu, Y., Qiao, C., Zhou, G., & Zhang, W. (2016). *LWT - Food Science and Technology Effects of regenerated cellulose emulsion on the quality of emulsi fi ed sausage*. 70. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.055>
- Igor Hleap, J. Z., & Andrea Velasco, V. A. (2011). Parámetros fisicoquímicos durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) physicochemical parameters during storage of sausages made from red tilapia (*Oreochromis sp.*) Parâmetros físico-químicos durante o arma. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1), 42–50.
- Industrial, S. de P. y F. (1984). *NMX-F-065-1984- Alimentos, alchichas*,

especificaciones. <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/1984/nmx-f-065-1984.pdf>

Jiajun Chen, Yimeng Ni, Yukui Gou, Tianxue Zhu, Lan Sun, Zhong Chen, Jianying Huang, Dapeng Yang, Y. L. (2023). Hydrophobic organogel sorbent and its coated porous substrates for efficient oil/water emulsion separation and effective spilled oil remediation. *Journal of Hazardous Materials*, 461. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132674>.

Jiménez-Colmenero, F., Herrero, A., Pintado, T., Solas, M. T., & Ruiz-Capillas, C. (2010). Influence of emulsified olive oil stabilizing system used for pork backfat replacement in frankfurters. *Food Research International*, 43(8), 2068–2076. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.06.010>

Jose Tobias Velandia Rincon. (2002). Elaboracion de embutidos. *Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentacion*, 4(2), 1–21. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56440477/elaboracion\\_embutidos-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1650233585&Signature=X39s9vE67c3fDdT2j70VQnGEnpZ6GmaWxuXAag7d42uHSfIDYToe68awP0aVJzzt9lcKRPHmTkpC5ioRmhSptq8dl5Qo2swimRRrbob-37UcdN5VP6tH8Rbi6n3XfDV4nA4AgZ](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56440477/elaboracion_embutidos-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1650233585&Signature=X39s9vE67c3fDdT2j70VQnGEnpZ6GmaWxuXAag7d42uHSfIDYToe68awP0aVJzzt9lcKRPHmTkpC5ioRmhSptq8dl5Qo2swimRRrbob-37UcdN5VP6tH8Rbi6n3XfDV4nA4AgZ)

Joseph-Leenose-Helen, J., Noor, N., Mushtaq, M., & Gani, A. (2022). Ultrasonics as a tool for development of pine-needle extract loaded bee wax edible packaging for value addition of Himalayan cheese. *Ultrasonics Sonochemistry*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.105914>

Jowett, B., & Dansby, A. (2015). Aceite de canola: saludable, versátil y de la mejor calidad. *Repositorio Institucional Universidad Panamericana*, 28(1), 91–99.

Kim, T. K., Lee, M. H., Kim, S. M., Kim, M. J., Jung, S., Yong, H. I., & Choi, Y. S. (2020). Physiochemical properties of reduced-fat duck meat emulsion systems: effects of preemulsification with vegetable oils and duck skin. *Poultry Science*, 100(2), 1291–1298. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.044>

- L. María Medina Alzate. (2016). *Efecto de la adición de eritorbato y nitrito de sodio sobre la concentración de nitrito residual y color en mortadela*. 1–23.
- Lafont, J. J., Durango, L. C., & Aramendiz, H. (2014). Estudio químico del aceite obtenido a partir de siete variedades de soya (*Glycinemax L.*). *Informacion Tecnologica*, 25(2), 79–86. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000200009>
- Licious. (2023). *Salchicha Frankfurt Vs Salchicha : ¿Cuál es la diferencia entre una salchicha y una Frankfurt? ¡esto es lo que necesitas saber!*  
<https://www.licious.in/blog/delicious-recipes/frankfurter-vs-sausage>
- Mabrouki, S., Brugiapaglia, A., Glorio Patrucco, S., Tassone, S., & Barbera, S. (2023). Texture profile analysis of homogenized meat and plant-based patties. *International Journal of Food Properties*, 26(2), 2757–2771.  
<https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2255758>
- Manzoor, S., Masoodi, F. A., Naqash, F., & Rashid, R. (2022). Oleogels: Promising alternatives to solid fats for food applications. *Food Hydrocolloids for Health*, 2(February), 100058. <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2022.100058>
- Marangoni, Alejandro G., Garti, N. (2018). *Edible Oleogels Structure and Health Implications* (2nd ed.). Andre Gerhard Wolff.
- Mario Estévez, Sonia Ventanas, & R. C. (2005). Protein Oxidation in Frankfurters with increasing levels of added Rosemary Essential Oil: Effect on Color and Texture Deterioration. *Food Chemistry and Toxicology*, 70(7).
- Martínez., et al. (2013). Los ácidos grasos y la lipotoxicidad: implicaciones metabólicas. *Journal of Materials Science*, 56(7), 5–18.  
<https://doi.org/10.1007/BF01107216>
- Matovelle, D. (2016). Optimización del uso de la harina de quinua (*Chenopodiumquinua*) como sustituyente parcial de proteína en la elaboración del chorizo ahumado. *Tesis Pregrado*, 130.

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/handle/123456789/23733>  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23733>

Medic, J., Atkinson, C., & Hurburgh, C. R. (2014). Current knowledge in soybean composition. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(3), 363–384. <https://doi.org/10.1007/s11746-013-2407-9>

Mexicana, N. (2018). NMX-F-808-SCFI-2018. *Article*, 1–52.  
<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD1/NMX-AA-180-SCFI-2018.pdf>

Monteiro, G. M., Souza, X. R., Costa, D. P. B., Faria, P. B., & Vicente, J. (2017). Partial substitution of pork fat with canola oil in Toscana sausage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 44, 2–8.  
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.07.013>

Montero Castillo, P. M., Acevedo Correa, D., & Jaimes Morales, J. (2023). Elaboración de un salchichón fermentado usando almidón y fibra como sustitutos de grasa. *Información Tecnológica*, 34(2), 43–52.  
<https://doi.org/10.4067/s0718-07642023000200043>

Morales Hernández, M. (2015). “Evaluación de las propiedades de candelilla y carnauba para su aplicación en emulsiones ceras de uso comercial.” 86.  
<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/18240/1/25-1-16847.pdf>

Moreno, M., & Taípe, J. (2013). Salchicha “Andino Pavis.” *Diseño de Un Manual de Técnicas de Motivación Para Fortalecer El Autoestima y Mejorar El Aprendizaje En Los Niños/as de 5 a 6 Años*, 226.  
<repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/319/1/T-UTC-0309.pdf>

Moreno Rangel, J., Bolívar, M. A., Rojas, A., García-Lugo, P., & Francisco Torrealba, J. (2018). Microorganismos y alimentos. *Education and Culture Lifelong Learning Programme*, 1, 1–28.  
[http://www.epralima.com/infoodquality/materiais\\_espanhol/Manuais/3.Microorganismos\\_y\\_alimentos.pdf](http://www.epralima.com/infoodquality/materiais_espanhol/Manuais/3.Microorganismos_y_alimentos.pdf)

- Muñoz, D. H. (2019). *Ceras Naturales: Vegetales Y Animales*. 3220–3239.
- Niki, E., & Abe, K. (2017). Food Chemistry, Function and Analysis. In *Food Chemistry, Function and Analysis* (Issue 11).
- Nowacka, M., Tappi, S., Wiktor, A., Rybak, K., Miszczykowska, A., Czyzewski, J., Drozdal, K., Witrowa-Rajchert, D., & Tylewicz, U. (2019). The impact of pulsed electric field on the extraction of bioactive compounds from beetroot. *Foods*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/foods8070244>
- Okesola, B. O., Vieira, V. M. P., Cornwell, D. J., Whitelaw, N. K., & Smith, D. K. (2015). 1,3:2,4-Dibenzylidene-d-sorbitol (DBS) and its derivatives-efficient, versatile and industrially-relevant low-molecular-weight gelators with over 100 years of history and a bright future. *Soft Matter*, 11(24), 4768–4787. <https://doi.org/10.1039/c5sm00845j>
- Panagiotopoulou, E., Moschakis, T., & Katsanidis, E. (2016). Sunflower oil organogels and organogel-in-water emulsions (part II): Implementation in frankfurter sausages. *LWT - Food Science and Technology, part II*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.006>
- PROFECO. (2016). Con Sabor. *Revista Del Consumidor*, 42–49.
- PROFECO. (2019). *Aceites vegetales bajo la lupa*. Procuraduría Federal Del Consumidor.
- PROFECO. (2020). Revista del consumidor. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Puma Isuiza, G. G., & Núñez Saavedra, C. (2018). Determinación del perfil de textura sensorial de dos muestras experimentales de hot-dog de pollo (*Gallus gallus*) obtenidas por Ingeniería Kansei Tipo II. *Anales Científicos*, 79(1), 210. <https://doi.org/10.21704/ac.v79i1.1165>
- Ramos, D., San Martín, V., Rebatta, M., Arbaiza, T., Salvá, B., Caro, I., & Mateo, J. (2015). Características fisicoquímicas de la salchicha de cerdo del

departamento de Tumbes, Perú. *Salud y Tecnología Veterinaria*, 2(2), 120.  
<https://doi.org/10.20453/stv.2014.2249>

Ramos, M., Santolalla, S., Tarrillo, C., Tuesta, T., Jordán, O., & Silva, R. (2021). Características fisicoquímicas, textura, color y atributos sensoriales de salchichas comerciales de pollo. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1), 1–9. <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1863>

Rodrigues, I., Gonçalves, L. A., Carvalho, F. AL, Pires, M., JP Rocha, Y., Barros, J. C., Carvalho, L. T., & Trindade, M. A. (2020). Understanding salt reduction in fat-reduced hot dog sausages: Network structure, emulsion stability and consumer acceptance. *Food Science and Technology International*, 26(2), 123–131. <https://doi.org/10.1177/1082013219872677>

Rojas, R., Aguilar-z, P., Aranda-ledesma, E., Bautista-hern, I., Medina-herrera, N. P., Castro-l, C., Cristian, G., & Avila, G. M.-. (2022). *Candelilla wax : Prospective suitable applications within the food field*. 159.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113170>

Rosenthal, A. J. (2015). 4 - Instrumental characterisation of textural properties of solid and semi-solid food. In *Modifying Food Texture: Volume 2: Sensory Analysis, Consumer Requirements and Preferences* (Vol. 2). Elsevier Ltd.  
<https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-334-8.00004-3>

Sarmiento, A. C. F., & Echeverría, W. J. R. (2016). *ELABORACIÓN DE SALCHICHAS ARTESANALES UTILIZANDO HARINA DE TRUPILLO (Prosopis juliflora) COMO EXTENSOR PROTEICO*. 4(1), 1–23.

Savadkoohi, S., Hoogenkamp, H., Shamsi, K., & Farahnaky, A. (2014). Color, sensory and textural attributes of beef frankfurter, beef ham and meat-free sausage containing tomato pomace. *Meat Science*, 97(4), 410–418.  
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.03.017>

Schmidt, H. H., Bittner, S. S., Vinagre, L. J., Wittig, de P. E., Avendaño, V. S., López, V. L., Méndez, C. M., Alcaíno, C. H., & Castro, C. E. (1984). Carne y

productos cárnicos, su tecnología y análisis. In E. Universitaria (Ed.), *Fundación Chile* (1st ed.).

<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121407/schmidth05.pdf>

Seda Serhatlioglu, Nuran Gencturk, Sibel Mutlu. (2023). Determination of the effectiveness of beeswax in preventing nipple pain and cracks in primiparous breastfeeding mothers: A randomized controlled trial. *EXPLORE*.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.explore.2023.05.002>

Shahzad Farooq, Muhammad Ijaz Ahmad, Usman Ali, H. Z. (2024). Fabrication of curcumin-loaded oleogels using camellia oil bodies and gum arabic/chitosan coatings for controlled release applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 254(127758).

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127758>.

Stober, T., Gilde, H., & Lenz, P. (2001). Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dental Materials*, 17(1), 87–94.

[https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(00\)00065-8](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(00)00065-8)

Suárez, C. A. (2020). *La industria de las carnes frías en México*. Consejo Mexicano de La Carne. <https://comecarne.org/la-industria-de-las-carnes-frias-en-mexico/>

Tanleque Alberto, F. J. (2019). *Características diferenciadoras de mieles y ceras de abeja del Norte y Centro de Mozambique*. 229.

<https://riunet.upv.es/handle/10251/120474>

Taucaya, J. A. V. (2019). *Tecnología de la carne*. 1–25.

<https://idoc.pub/documents/determinacion-de-ph-y-acidez-en-carnes-de-rescerdo-pollo-gallinacuy-klzz1omzeylg>

Torres De Freitas, A., Durán, Z., & Rodríguez, C. (2009). Acidez titulable como control de calidad para la leche humana. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*, 72(3), 92–96.

- Uronnachi, E., Atuegwu, C., Umeyor, C., Nwakile, C., Obasi, J., Ikeotuonye, C., & Attama, A. (2022). Formulation and evaluation of hair growth enhancing effects of oleogels made from Rosemary and Cedar wood oils. *Scientific African*, 16, e01223. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01223>
- Victoria Salinas, M. (2013). *Estudio de la calidad panadera, sensorial y nutricional de panes elaborados con harina de trigo fortificada con sales de calcio e inulina.*
- Wolfer, T. L., Acevedo, N. C., Prusa, K. J., Sebranek, J. G., & Tarté, R. (2018). Replacement of pork fat in frankfurter-type sausages by soybean oil oleogels structured with rice bran wax. *Meat Science*, 145(July), 352–362. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.012>
- Xu, H. J., Li, T., Zhang, H. X., Shi, C. H., Cao, J. Q., & Zhang, X. R. (2022). The application of oleogels in food products: Classification, preparation, and characterisation. *Acta Alimentaria*, 51(4), 462–478. <https://doi.org/10.1556/066.2022.00099>
- Youssef, M. K., Barbut, S., & Smith, A. (2011). *Effects of pre-emulsifying fat/oil on meat batter stability , texture and microstructure.* 1216–1224. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02607.x>
- Zampouni, K., Soniadis, A., Dimakopoulou-Papazoglou, D., Moschakis, T., Biliaderis, C. G., & Katsanidis, E. (2022). Modified fermented sausages with olive oil oleogel and NaCl–KCl substitution for improved nutritional quality. *Lwt*, 158, 113172. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113172>

## 10. ANEXOS

### Anexo 1.

- **Peso constante y uso de desecador**

Para las determinaciones del análisis fisicoquímico en donde se encuentran las determinaciones de humedad, cenizas y grasas es indispensable la utilización de crisoles, cápsulas de porcelana y matraces de vidrio a peso constante. Llevar a peso constante estos materiales se hace con el fin de eliminar la máxima humedad posible antes de ser utilizados y no exista alguna interferencia. El peso constante se obtiene utilizando una estufa de secado donde los utensilios o materiales son colocados y llevados a 105°C por 24 horas. Posteriormente estos utensilios o materiales son colocados en un desecador que contiene sílica para absorción de humedad durante la manipulación e igualmente llegar a temperatura ambiente para poder realizar el peso de cada uno.

### Anexo 2.

- **Determinación de grasa**

La determinación de grasas se determinó según la NMX-F-089-S-1978- Método Soxhlet:

- **Peso constante de matraces soxhlet**

Los matraces fueron llevados a peso constante antes de iniciar la extracción, se colocaron en una estufa de secado ECOSHEL 9023<sup>a</sup> a 105°C por 24 horas, en seguida fueron colocados en un desecador para alcanzar temperatura ambiente y poder obtener el peso de cada uno utilizando una balanza analítica.

- **Proceso de extracción**

El equipo Soxhlet se ensambló correctamente bajo una campana de extracción, se colocó una bomba de agua pecera para la recirculación del agua que contenía hielo

para permanecer una temperatura fría. Se utilizó 5 g de muestra previamente secas que fueron introducidos al cartucho y colocado en el extractor, posteriormente el matraz se rellenó con 130 mL de hexano, solvente utilizado. Todo el proceso se realizó por un lapso de 4hr. El solvente se prosiguió a evaporar para quedarse únicamente con la grasa que para después fue llevado a una estufa de secado a 105 °C por 24 hrs. Pasando este proceso se pesó cada matraz y prosiguió a realizar los cálculos específicos para la determinación de grasa.

$$\% \text{ Grasas} = \frac{(C2-C1)}{c} * 100 \quad \text{ec(3)}$$

Donde C= peso de la muestra de salchicha seca (g), C1= Peso del matraz a peso constante (g) y C2= Peso del matraz con grasa seca después del secado (g).

### **Anexo 3.**

- **Determinación de proteína por el método de Biuret**

Las proteínas, en una solución de sulfato de cobre alcalina que contenga tartratos (reactivo de Biuret) forman un complejo de color violeta azulado. La extinción (absorción) de las soluciones de medición se miden normalmente a 540 nm. Se determina el contenido de proteínas en las muestras por calibración mediante soluciones patrón de proteínas (Supelco 2019).

#### **Determinación de proteína en salchichas**

Para la determinación de proteína presente en cada una de las formulaciones de salchichas tipo Frankfurt se sometieron a un pretratamiento para obtener un producto mayor digerido y retirando una parte de la grasa a beneficio de no interferir en los resultados al momento de la utilización de los reactivos específicos.

1. Se pesaron 21.43g de salchicha

2. Se disolvió en 50mL de NaOH y 50 mL de H<sub>2</sub>O destilada
3. Utilizando un Ultraturrax se trituró completamente
4. La muestra triturada se colocó en tubos especiales para centrifugación de aproximadamente 50 mL
5. Centrifugación a 5000 rpm por 5 minutos.
6. Retirar el sobrenadante de cada tubo (particularmente es grasa)
7. Tomar 5 mL de la muestra y diluirla en 50 mL de agua destilada y realizar una batería de dilución de acuerdo a una concentración diferente:

**Tabla 11.** Batería de concentraciones para la determinación de proteína

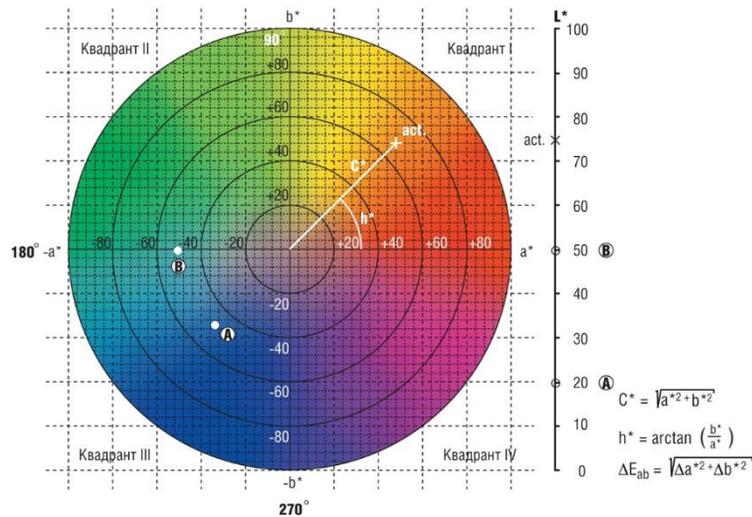
<b>Tubo</b>	<b>Muestra</b>	<b>NaCl (0.9%)</b>	<b>Biuret</b>
Blanco	-	3 mL	3 mL
2	0.2 mL	2.8 mL	3 mL
3	0.4 mL	2.6 mL	3 mL
4	0.6 mL	2.4 mL	3 mL
5	0.8 mL	2.2 mL	3 mL
6	1.0 mL	2.0 mL	3 mL

8. Todos los tubos se calientan a baño maría por 10 minutos.
9. Baño con agua fría para enfriamiento rápido.
10. Se toman las lecturas por triplicado a una longitud de onda de 540 nm.
11. Se toma la concentración que se encuentre dentro de la curva de calibración de la solución estándar y se trabaja sobre ella repitiendo por triplicado únicamente esa concentración y realizando la misma concentración para cada formulación.
12. Se realizan los cálculos de acuerdo a la ecuación de la recta y tomando en consideración cada una de las diluciones que se hicieron en el proceso.

**Nota.** La curva de calibración se realizó utilizando albumina bovina como solución estándar a una concentración de 25 mg/mL. Y se obtuvo a partir de una batería de concentraciones similar a la descrita en la Tabla 11.

#### Anexo 4.

- **Escala de color**



#### Anexo 5.

- **Análisis Microbiológico**

El análisis microbiológico de las salchichas elaboradas con sustitución de grasa por oleogeles de aceites de soya y canola estructurados con cera de abeja se realizó de acuerdo a la NMX-F-253-1977/2018- Cuenta de bacterias mesófilas aerobias, *E coli*, *listeria monocytogenes* y *Salmonella spp*. Se utilizaron 3 medios de cultivo diferentes: agar bacteriológico, agar dextrosa y papa y agar rojo bilis violeta. El método de siembra aplicado fue por inmersión a partir de una batería de diluciones para cada formulación. Las diluciones se realizaron de acuerdo a la NOM-F-286-1992- Alimentos-Preparación y dilución de muestras de alimentos para análisis microbiológicos. Las siembras se realizaron por triplicado para cada dilución.

- **Preparación de los medios de cultivo**

Se pesaron los diferentes medios de cultivo de acuerdo a las indicaciones de la etiqueta y la cantidad de placas petri utilizando frascos schott de igual forma la solución madre (90 mL) y la serie de tubos (9mL cada uno) de agua peptonada. Todos estos medios juntamente con puntillas de 1mL fueron esterilizadas en una autoclave a 120°C por 20 minutos. Todos los demás materiales y/o equipos utilizados como: papel aluminio, papel toalla, vaso de precipitado, balanza, vortex, tijeras, espátula, gradilla, micropipeta, paquetes de cajas Petri selladas, mecheros, encendedor, fueron colocados en la campana de flujo laminar con radiación de luz UV durante 2 horas antes de su utilización.

- Preparación de las diluciones

Todo el material a utilizar tiene que estar previamente esterilizado y dentro de la campana de flujo laminar. Se pesan 10g de muestra triturada y se disuelven en el frasco de agua peptonada de 90 mL, se agita rigurosamente moviendo la muñeca de lado y lado. Posteriormente de la solución madre se traspasan 1mL a 3 tubos de 9mL de solución de peptona para tener una dilución 1:10, luego 1mL de la solución 1:10 a 3 tubos diferentes con 9mL para obtener una dilución 1:100, se repite el proceso para una dilución 1:1000. Cada tubo se agitó con ayuda de un vortex.

- Sembrado de las cajas Petri

Se traspasó 1mL de la dilución sobre una caja Petri vacía para después vaciar el medio de cultivo y cubrir, realizar movimientos lentos en forma de 8 para homogenizar la muestra y el medio durante 30 segundos. Todo lo descrito en la siembra y preparación de diluciones se realizó con un mechero encendido dentro de la camapana de flujo laminar en un radio de 15cm.

- Monitoreo de las cajas Petri

Las cajas Petri se colocaron en una incubadora a temperatura controlada (37°C) durante 10 días monitoreando en el día 3, 6 y 10.

**Nota:** Todo este proceso de análisis microbiológico se realizó con todas las medidas necesarias de higiene y seguridad utilizando guantes, cofias, bata de laboratorio,

cubre bocas, equipos y materiales previos a su esterilización con UV fueron sanitizados con etanol.

## Anexo 6.

### Hojas de evaluación sensorial

- Atributos de textura utilizando una escala de evaluación 1-7 donde 1= máxima percepción del atributo y 7 la mínima evaluación.

NOMBRE: _____	FECHA: _____
PRODUCTO: _____	CODIGO DE MUESTRA: _____
1.- Fase Inicial: <i>(percibida en la primera mordida)</i>	
	Valor de escala, <i>(con un rango del 1 al 7)</i>
<b>Dureza:</b>	_____
<b>Cohesividad:</b>	_____
2.- Fase de Masticación: <i>(percibida durante la masticación)</i>	
	Valor de escala, <i>(con un rango del 1 al 7)</i>
<b>Masticabilidad</b>	_____
<b>Adhesividad</b>	_____
<b>Elasticidad:</b>	_____
<b>Gomosidad:</b>	_____
3.- Fase Residual Total: <i>(antes, durante y despues de tragar)</i>	
	Valor de escala, <i>(con un rango del 1 al 7)</i>
<b>Sensació grasosa:</b>	_____
<b>Jugosidad:</b>	_____
<b>Resequedad:</b>	_____

- Evaluación para el grado de aceptación utilizando una escala del 1-10.

NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

Frente a usted se le presentan 5 diferentes formulaciones codificadas de salchicha tipo Frankfurt modificadas con oleogeles de aceites vegetales con cera de abeja, de las cuales debe de probar una a la vez y califique con forme a su juicio sobre cada muestra, donde:

- 1.-Me gusta muchísimo
- 2.-Me gusta mucho
- 3.-Me gusta moderadamente
- 4.-Me gusta un poco
- 5.-Me gusta muy poco
- 6.-Me es indiferente
- 7.-Me disgusta un poco
- 8.-Me disgusta moderadamente
- 9.-Me disgusta mucho
- 10.-Me disgusta muchísimo

TRIBUTO	572	387	291	753	942
APARIENCIA VISUAL					
OLOR					
SABOR					
ACEPTACIÓN GLOBAL					

## Anexo 7. Productos obtenidos

Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca  
Dirección General (Monserrat 7)  
Dirección de correspondiente (Monserrat 7)  
Subdirección de correspondiente (Monserrat 7)

## constancia de actividades de retribución social

**Actividad 1.** Divulgar la ciencia y tecnología a niños y jóvenes, mediante cursos y pláticas.

**Descripción de la actividad:** Con la exposición de proyectos científicos en el nivel de educación básica se realizó la divulgación por la ciencia.

**Fecha de inicio:** 07 de abril del 2022.

**Fecha de término:** 07 de abril del 2022.

**Institución en la que se realizó la actividad:** Escuela Primaria "Liceo".

**Nombre del responsable de supervisar la actividad:** Mtra. Luz Alejandra Reyes

**Cargo del responsable de supervisar la actividad:** Director de la Escuela Primaria Liceo.

**Datos de contacto del responsable de la actividad:** Tel: 274-743-13-03, email: [colegioitb@gmail.com](mailto:colegioitb@gmail.com)

**Descripción del impacto social de la actividad:** Pláticas dentro del territorio nacional, ya sea en instituciones de educación básica públicas o privadas. Previa invitación formar de dicho sector.

Osiel Magnol Chávez Alfaro

Becario

CVU **1175904**

Dra. Elizabeth del Carmen Varela  
Santos.

Coordinador del  
programa de posgrado

Mtra. Luz Alejandra Reyes

Responsable de supervisar la actividad



Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca  
 Dirección General (Monserrat 7)  
 Dirección de correspondiente (Monserrat 7)  
 Subdirección de correspondiente (Monserrat 7)

**EVIDENCIAS**

Como principal motivo de la visita hacia la escuela primaria Liceo en Tierra blanca fue más que nada divulgar la ciencia y tecnología a niños mediante la demostración de varios experimentos caseros como fue la generación de bioelectricidad utilizando limones y leds, la simulación de un microscopio óptico y ver a cabo una reacción química explicando el experimento comúnmente conocido como pasta de dientes para elefante.

En las imágenes siguientes se pueden apreciar a cada uno de nosotros los integrantes de llevar acabo cada demostración, preparando y ordenando adecuadamente los materiales a utilizar para iniciar y explicar el fundamento a cada grupo de niños sobre las reacciones químicas que ocurren al mezclar los reactivos empleados en la pasta de dientes para elefantes generando y el motivo de su utilización que de esta manera la participación de los niños fue muy positiva.



Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca  
Dirección General (Monserrat 7)  
Dirección de correspondiente (Monserrat 7)  
Subdirección de correspondiente (Monserrat 7)

**Actividad 2.** Divulgar la ciencia y tecnología a niños y jóvenes, mediante cursos y pláticas.

**Descripción de la actividad:** Con la exposición de proyectos científicos en el nivel de educación básica se realizó la divulgación por la ciencia.

**Fecha de inicio:** 04 de mayo de 2022.

**Fecha de término:** 04 de mayo de 2022.

**Institución en la que se realizó la actividad:** Escuela Primaria "Libertad".

**Nombre del responsable de supervisar la actividad:** Mtra. María Anselma Alfonso Delgado.

**Cargo del responsable de supervisar la actividad:** Director de la Escuela Primaria Libertad.

**Datos de contacto del responsable de la actividad:** Tel: 274-106-69-51

**Descripción del impacto social de la actividad:** Pláticas dentro del territorio nacional, ya sea en instituciones de educación básica públicas o privadas. Previa invitación formar de dicho sector.

Osiel Magnol Chávez Alfaro

Becario

CVU 1175904

Dra. Elizabeth del Carmen Varela Santos.

Coordinador del programa de posgrado

Mtra. María Anselma Alfonso Delgado.

Responsable de supervisar la actividad



Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca  
Dirección General (Monserrat 7)  
Dirección de correspondiente (Monserrat 7)  
Subdirección de correspondiente (Monserrat 7)

### EVIDENCIAS

Como principal motivo de la visita hacia la escuela primaria Libertad en Tierra Blanca fue más que nada divulgar la ciencia y tecnología a niños mediante la demostración de varios experimentos caseros como fue la generación de bioelectricidad utilizando papas y leds, generador de arcoíris, bobina tesla magnética y ver a cabo una reacción química explicando el experimento comúnmente conocido como pasta de dientes para elefante.

En las imágenes siguientes se pueden apreciar a cada uno de los niños participando en cada una de las demostraciones. Para realizar la pasta de diente para elefante se preparó y ordenó adecuadamente los materiales a utilizar para iniciar y explicar el fundamento a cada grupo de niños sobre las reacciones químicas que ocurren al mezclar los reactivos empleados y el motivo de su utilización que de esta manera la participación de los niños fue muy positiva.





# Latin Food 2022

**10th Food Science,  
Biotechnology & Safety Congress**

*Asociación Mexicana de Ciencia de los Alimentos A.C.*

**MEXICAN ASSOCIATION OF FOOD SCIENCE**

**PUEBLA, MEXICO** | November 16-18, 2022



## BOOK OF ABSTRACTS



Tecnológico  
de Monterrey



UNIVERSIDAD DE  
GUANAJUATO



[www.amecamex.mx](http://www.amecamex.mx)



# WELCOME

The Mexican Association of Food Science (AMECA) with Universidad Autónoma de Coahuila, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tecnológico de Monterrey, Universidad de Guanajuato and Benémerita Universidad Autónoma de Puebla, have sum efforts to organize Latin Food 2022.

After two years of quarantine with unprecedented changes in our recent history due to COVID-19 pandemic and without being able to have the opportunity to disseminate face to face novel and important advances in food science and technology, Latin Food 2022 offers a great space for the exchange of scientific and technological ideas and experiences from November 16 to 18. During this international conference, we have prepared a complete and ambitious program, we will enjoy the participation of prominent international and Mexican scientists eight plenary and 12 key-notes conferences, one distinguished Panel Discussion with the title of “Feeding the Future: The Globe Impact Over the Future of Food” and two symposia with themes in vogue: “Construyendo sociedades del conocimiento: ¿por qué comunicar ciencia? and “Bioeconomía circular en sistemas alimentarios sostenibles: cero desperdicios y hambre cero”. The conference also allows the presentation of around 537 contributions by colleagues from Latin and North America, as well as Europe

This year has presented formidable challenges, and it was not easy to make the decision to switch from virtual format to the face-to face form. The challenge was accepted, and we received an enthusiastic response from the community of food scientists and technologists. Thanks to this, today, we can welcome you to Latin Food 2022. Let's enjoy this opportunity to disseminate and share food science, technology and innovation face to face with colleagues and friends.

## ORGANIZING COMMITTEE



DR. ROSA MARÍA RODRÍGUEZ JASSO  
PRESIDENT OF THE AMECA DIRECTING COUNCIL 2021-2023  
Universidad Autónoma de Coahuila



DR. GILBER VELA GUTIÉRREZ  
VICE PRESIDENT OF THE AMECA DIRECTING COUNCIL  
PRESIDENT OF THE ORGANIZING COMMITTEE  
Universidad de Ciencias y Arte de Chiapas



DR. CELESTE CONCEPCIÓN IBARRA HERRERA  
SECRETARY OF THE DIRECTING COUNCIL  
PRESIDENT OF THE SCIENTIFIC COMMITTEE  
Tecnológico de Monterrey, Campus Puebla



DR. ARMANDO ROBLEDO OLIVO  
TREASURER  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

## ORGANIZING COMMITTEE



DR. VÍCTOR DANIEL BOONE VILLA  
VOCAL  
Universidad Autónoma de Coahuila



DR. ESTHER PÉREZ CARRILLO  
VOCAL  
Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey



DR. CESAR OZUNA LÓPEZ  
VOCAL  
Universidad de Guanajuato



DR. MÓNICA LIZETH CHÁVEZ GÓNZALEZ  
VOCAL  
Universidad Autónoma de Coahuila



MSc. RAMSES MISAEL REYES REYNA  
VOCAL  
Universidad Autónoma de Coahuila



JUAN CARLOS ELIZALDE LEON  
VOCAL  
Benémerita Universidad Autónoma de Puebla



## ORGANIZING INSTITUTIONS



Universidad de Ciencias  
y Artes de Chiapas



Tecnológico  
de Monterrey

UNIVERSIDAD DE  
GUANAJUATO





## SCIENTIFIC COMMITTEE

DR. CELESTE CONCEPCIÓN IBARRA HERRERA  
PRESIDENT  
Tecnológico de Monterrey, Campus Puebla

### FOOD BIOTECHNOLOGY

#### CHAIR

#### REVIEWERS

Cristobal Noé	Aguilar	González	<i>Universidad Autónoma de Coahuila</i>
Pedro	Aguilar	Zarate	<i>TecNM IT Ciudad Valles</i>
Ana Nallely	Cerón	Ortíz	<i>Instituto Tecnológico Superiores del Occ.del Edo.Hidalgo</i>
Rocío Alejandra	Chavez	Santoscoy	<i>Tec de Monterrey</i>
José Luis	Espinoza	Acosta	<i>UESO</i>
Yokiushirdhilmara	Estrada	Girón	<i>UdeG</i>
Aarón Fernando	González	Córdova	<i>CIAD</i>
Diego Armando	Luna	Vital	<i>Tec de Monterrey</i>
Guillermo Cristian G	Martínez	Ávila	<i>UANL</i>
Marco Arnulfo	Mata	Gómez	<i>Tec de Monterrey</i>
Mariela Ramona	Michel	Michel	<i>TecNM IT Ciudad Valles</i>
Hugo	Minor	Pérez	<i>Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec</i>
Perla	Osorio	Díaz	<i>IPN</i>
Janitzio Xiomara K	Perales	Sánchez	<i>UAS</i>
Carlos	Regalado	González	<i>UAQ</i>
Maria Isabel	Reyes	Arreozola	<i>Tecnológico de Estudios Superiores de Hidalgo</i>
Gilver	Rosero	Chasoy	<i>UAdeCoah</i>
Héctor Arturo	Ruiz	Leza	<i>UAdeCoah</i>
Claudia	Santacruz	Vázquez	<i>BUAP</i>
Nicolás Oscar	Soto	Cruz	<i>TecNM-Instituto Tecnológico de Durango</i>

## SCIENTIFIC COMMITTEE

### FUNCTIONAL FOODS, NUTRITION AND NUTRIGENOMICS

#### CHAIR

#### REVIEWERS

Guadalupe	Aguilar	Vázquez	<i>Instituto Superior de Hautusco</i>
Alejandra Nabil	Alvarado	López	<i>UAEM</i>
Genaro G.	Amador	Espejo	<i>IPN</i>
Luis Arturo	Bello	Perez	<i>IPN</i>
Juan José	Buenrostro	Figueroa	<i>CIAD</i>
Rosa Isela	Castillo	Zamudio	<i>Colegio de Postgraduados Campus Veracruz</i>
Rocío Alejandra	Chavez	Santoscoy	<i>Tec de Monterrey</i>
María Dolores	García	Parra	<i>CIATEJ</i>
Aarón Fernando	González	Córdova	<i>CIAD</i>
Cid Ramón	González	González	<i>Instituto Tecnológico Superior de Acayucan</i>
Diana Maylet	Hernández	Martínez	<i>IPN</i>
Leticia Xochitl	López	Martínez	<i>CIAD</i>
Ulises Miguel	López	García	<i>TecNM-Instituto Tecnológico de Tepic</i>
Efigenia	Montalvo	González	<i>TecNM-Instituto Tecnológico de Tepic</i>
Guadalupe V.	Nevárez	Moorillón	<i>UACH</i>
Mayra	Nicolás	García	<i>Tec Estudios Superiores de San Felipe del Progreso</i>
Angelica Alejandra	Ochoa	Flores	<i>UIA de Tabasco</i>
Tannia Alexandra	Quiñones	Muñoz	<i>CIATEJ</i>
Ramsés Misael	Reyes	Reyna	<i>UAdeCoah</i>
Nuria Elizabeth	Rocha	Guzmán	<i>TecNM-Instituto Tecnológico de Durango</i>
María Janeth	Rodriguez	Roque	<i>UACH</i>
Angélica	Román	Guerrero	<i>UAM</i>
María del Rosario	Romero	López	<i>Inst Tecn Superior del Oriente del Edo de Hidalgo</i>
Gilver	Rosero	Chasoy	<i>UAdeCoah</i>
Sonia Guadalupe	Sáyago	Ayerdi	<i>TecNM-Instituto Tecnológico de Tepic</i>
Janeth	Ventura	Sobrevilla	<i>UAdeCoah</i>

## SCIENTIFIC COMMITTEE

### EMERGING TECHNOLOGIES AND FOOD PRESERVATION

#### CHAIR

#### REVIEWERS

Lucía G.	Abadía	García	UAQ
Gabriela	Aguilar	Hernández	UdeG
Guadalupe	Aguilar	Vázquez	Instituto Superior de Huatusco
Genaro G.	Amador	Espejo	IPN
Luis Arturo	Bello	Perez	IPN
Viridiana	Calderón	Ponce	Inst. Tecnol. Superior de Tacámbaro
Luis Ramiro	Caso	Vargas	BUAP
Juan Francisco	Castañón	Rodríguez	UAT
Rocío Alejandra	Chavez	Santoscoy	Tec de Monterrey
Angelina Martín	del Campo	Campos	UdeG
Iván Adrián	García	Galicia	UACH
Luis Eduardo	García	Amézquita	Tec de Monterrey
Minerva	Rentería	Ortega	Tec Estudios Superiores de San Felipe del Progreso
Dariana Graciela	Rodríguez	Sánchez	Tec de Monterrey
Xochitl	Ruelas	Chacón	UAA Antonio Narro
Leonardo	Selpúlveda	Torres	UAdeCoah
Nicolás Oscar	Soto	Cruz	TecNM-Instituto Tecnológico de Durango
Carlos Guillermo	Valdivia	Nájar	CIATEJ
Jorge Enrique	Wong	Paz	UASLP



## SCIENTIFIC COMMITTEE

### SUSTAINNABILITY, FOOD PROCESSING AND ENGINEERING

#### CHAIR

#### REVIEWERS

Lucía G.	Abadía	García	UAQ
Viridiana	Calderón	Ponce	Inst. Tecnol. Superior de Tacámbaro
Eduardo	Castañeda	Perez	UADY
Juan Francisco	Castañón	Rodríguez	UATam
Carlos Jesús	Castillo	Zacarias	UANL
Angelina Martín	del Campo	Campos	UdeG
José Luis	Espinoza	Acosta	UESO
Adriana Carolina	Flores		UAdeCoah
Luis Eduardo	García	Amézquita	Tec de Monterrey
Iván Adrián	García	Galicia	UACH
Diego Alonso	Gastélum	Chavira	UdeO
Aarón Fernando	González	Córdova	CIAD
Ulises Miguel	López	García	TecNM-Instituto Tecnológico de Tepic
Jose Luis	Martínez		UAdeCoah
María Aurora	Martínez	Trujillo	Tecnol de Estudios Superiores de Ecatepec
Rosa Isela	Ortiz	Basurto	TecNM-Instituto Tecnológico de Tepic
Lilia Arely	Prado	Barragán	UAM
Minerva	Rentería	Ortega	Tec Estudios Superiores de San Felipe del Progreso
Claudia	Santacruz	Vázquez	BUAP
Jorge Alejandro	Santiago	Urbina	Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca
María del Carmen	Valderrama	Bravo	UNAM

## SCIENTIFIC COMMITTEE

### FOOD PRODUCT DEVELOPMENT AND SENSORY EVALUATION

#### CHAIR

#### REVIEWERS

Juan José	Buenrostro	Figueroa	<i>CIAD</i>
Rosa Isela	Castillo	Zamudio	<i>Colegio de Postgraduados Campus Veracruz</i>
Julieta	Domínguez	Soberanes	<i>Universidad Panamericana</i>
María Dolores	García	Parra	<i>CIATEJ</i>
José Angel	Granados	Arvizu	<i>UAQ</i>
Erick	Heredia	Olea	<i>Tec de Monterrey</i>
María	Hernández	Carrión	<i>Universidad de los Andes</i>
Diana Maylet	Hernández	Martínez	<i>IPN</i>
Guillermo Cristian G	Martínez	Ávila	<i>UANL</i>
Angelica Alejandra	Ochoa	Flores	<i>UA de Tabasco</i>
Ruth	Pedroza	Islas	
Lilia Arely	Prado	Barragán	<i>UAM</i>
Tannia Alexandra	Quiñones	Muñoz	<i>CIATEJ</i>
Dariana Graciela	Rodríguez	Sánchez	<i>Tec de Monterrey</i>
María del Rosario	Romero	López	<i>Inst Tecn Superior del Oriente del Edo de Hidalgo</i>
Xochitl	Ruelas	Chacón	<i>UAA Antonio Narro</i>
María del Carmen	Valderrama	Bravo	<i>UNAM</i>
Janeth	Ventura	Sobrevilla	<i>UAdeCoah</i>
Xadeni	Villegas	Ruiz	<i>ITESO</i>
Raquel	Zúñiga	Rojas	<i>ITESO</i>

## SCIENTIFIC COMMITTEE

### FOOD MICROBIOLOGY, FOOD SAFETY AND REGULATIONS

#### CHAIR

#### REVIEWERS

Pedro	Aguilar	Zarate	<i>TecNM IT Ciudad Valles</i>
Luis Ramiro	Caso	Vargas	<i>BUAP</i>
Carlos Jesús	Castillo	Zacarias	<i>UANL</i>
Ana Nallely	Cerón	Ortiz	<i>Instituto Tecnológico Superiores del Occ.del Edo.Hidalgo</i>
Yokiushirdhilmara	Estrada	Girón	<i>UdeG</i>
Adriana Carolina	Flores		<i>UAdeCoah</i>
Lucía	Fuentes	Jiménez	<i>Inst Tecn Superior del Oriente del Edo de Hidalgo</i>
Cid Ramón	González	González	<i>Instituto Tecnológico Superior de Acayucan</i>
Everardo	Mares	Mares	<i>Int. Tecn. Superior de Guanajuato</i>
Jose Luis	Martínez		<i>UAdeCoah</i>
Alejandra	Ramírez	Martínez	<i>Colegio de Postgraduados Campus Veracruz</i>
María Azucena	Rocha	Mendoza	<i>Int. Tecn. Superior de Guanajuato</i>
Luis Victor	Rodríguez	Durán	<i>UAT</i>
Virginia	Villa	Cruz	<i>UdeG</i>

## STAFF

---

Alejandra Cabello	Karla Alejandra Luna Sánchez
Alejandra Solís Ramos	Karla Daniela González
Alexa Santillan López	Karla Valeria García Valle
Alexia López Rivera	Keila Itzel Hernández García
Ana Cecilia Díaz López	Luis Eduardo García Amezcuita
Ana Victoria Gómez Hernández	Luis Rey Castañeda Rodríguez
Andrea Toral Rojas	Luz Leticia Rivera Solís
Ángel Barrón Martínez	Lya Chiñas Serrano
Arturo Siller Sánchez	Maria de los Angeles Sariñana Navarrete
Carlos Iván García Cabañas	María Fernanda Guzzi Arenas
Cesar Alonso Gutiérrez Hernandez	María Fernanda Torres Pérez
Chelsie Paiz Aguila	María José Sandoval Bautista
Christian Joao Rodríguez Corzo	Marijose Mesta Hernández
David Rogelio García	Mario Peña Alvarado
David Rangel Castro	Martha Selene Marin Morales
Elizabeth Nieto Mazzocco	Miguel Wences Carretero
Elizabeth Pérez Rodríguez	Mirian Leticia Rosales
Emilio López Millán	Natalio Herrera Guerrero
Esly Jared Oregón Marín	Patricia Velasco Altunar
Fabio Macías Gallardo	Regina Barboza
Gabriela Cid	Regina Rodríguez Durant Reyes
Gilver Rosero Chasoy	Román Cardona Herrera
Gustavo Eduardo Hernández Pardo	Rosa Angélica Salas Valdéz
Héctor Moctezuma Garita	Samantha Machado
Hugo René Díaz Herrera	Tamara Sireth León Martínez
Idalia Macías López	Tomasa Quiterio Gutiérrez
Itzel Brito Pimentel	Vanessa Baez Gutiérrez
Iveth Cepeda Gastelum	Ivanhoe García Galindo
Ivonne Anahí López Miceli	Diana Laura Cortez
Jimena Castro Palafox	Yuliana J. Sánchez Aguilera
Jimena Gayol Ortega	Julian Aguilar
José Hernández Ortiz	Juan Pablo Ruiz Sánchez

---



## LATIN FOOD 2022 SPONSORS

We THANK OUR SPONSORS PARTNERS for their valuable support to be part of the Latin Food 2022!!!



**Agilent**



**CTR**<sup>®</sup>  
SCIENTIFIC

**eppendorf**



**GETINGE**

PASSION FOR LIFE



**OMG**  
*International*



**MASTER  
LEAV**

**SARTORIUS**

**Waters**

THE SCIENCE OF WHAT'S POSSIBLE.™



INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS  
PARA UNA VIDA MEJOR



## Characterization of a Frankfurters-sausage modified by beeswax oleogel with canola oil

Chávez-Alfaro, O. M.<sup>1</sup>, Varela-Santos E. C. <sup>1\*</sup>, Bustos-Ramírez K. <sup>1</sup>, Vargas-García K. A. <sup>1</sup>, Avendaño-Vásquez G. <sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup> TecNM campus Tierra Blanca/ <sup>\*\*</sup>posdoctorado-Conacyt., depto Posgrado e Investigación. Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología, Veracruz, México.

\*Presenting author: e.varela@itstb.edu.mx

### Abstract

The sausage is part of the line of cold meats, this being the main one because it is a practical food for cooking, accessible to the vast majority of families and adapts to any taste, lifestyle and<sup>1</sup> pocket [1]. The most consumed sausages such as Frankfurt are rich in animal fat, which contains saturated fats. Partially replacing pork fat with vegetable oil oleogel would substantially reduce the percentage of these fatty acids considered harmful to health [2]. The main of this work is to characterize a Frankfurt-type sausage using oleogel composed of beeswax and canola oil as a fat substitute. The pork sausage was physicochemically characterized where the saturated fat was replaced by beeswax oleogel in canola oil, obtaining the following results: 38.1% fat, 14.4% protein, 38.5% moisture and 2.2% ash; compared to a commercial sausage, it has a better saturated lipid profile and higher protein content. The sausages obtained are acceptable according to their sensorial properties, presenting characteristics similar to those of any commercial Frankfurt-type sausage, colour  $L= 65.98$ ,  $a= 11.38$ ,  $b= 6.36$  there is no difference in respect to control, aroma (characteristic), appearance, consistency (3-3.7 kg/cm<sup>2</sup> of hardness, rigid characteristic), with the difference of not contain the same percentage of animal fat considered as bad fats for the body. The interest of this work is to generate a sausage with a lipid part replaced by oleogel based on beeswax and vegetable oil, serving as an option to reduce the excessive consumption of saturated fats present in products of this category, providing healthier food in populations of high consumption such as children.

*Keywords: Oleogel, wax, Frankfurt sausage, saturated fats.*

[1] Comecarne., 2021, <https://comecarne.org/los-beneficios-de-las-carnes-frias/>. [2] Zampouni et al., 2022, LWT, 158, 1-9.

# Latin 2022 Food 2022

---

**10th Food Science,  
Biotechnology & Safety Congress**  
Asociación Mexicana de Ciencia de los Alimentos A.C  
**MEXICAN ASSOCIATION OF FOOD SCIENCE**

# AMIDIQ

Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C.

## Avances en Ingeniería Química

Vol. 2, No. 1



### XLIV ENCUENTRO NACIONAL DE LA AMIDIQ

Investigación e industria: inclusión, retos y oportunidades  
para la Ingeniería Química en México

**Memorias del XLIV Encuentro Nacional de la AMIDIQ**  
Bahías de Huatulco, Oaxaca, del 30 de mayo al 02 de junio de 2023

# AVANCES EN INGENIERÍA QUÍMICA

Vol. 2, No. 1

Memorias del XLIV Encuentro Nacional de la AMIDIQ

“Investigación e industria: inclusión, retos y oportunidades  
para la Ingeniería Química en México”

AVANCES EN INGENIERÍA QUÍMICA, Vol. 2. No. 1, junio 2023, es una publicación anual de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C. Canarias 704, Col. Portales, Delegación Benito Juárez, C.P. 03300, Ciudad de México, México. Tel. 3338464060. Página electrónica de la publicación: <https://amidiq.com/avances-en-ingenieria-quimica/> y dirección electrónica: [avancesiq@amidiq.com](mailto:avancesiq@amidiq.com). Editor responsable: Dr. Jorge Ramón Robledo Ortíz. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo de Título 04- 2021-080511192500-102, ISSN 2683-2925, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsables de la última actualización de este número: Dr. Jorge Ramón Robledo Ortíz, Dra. Nelly Ramírez Corona, Dr. Fernando Israel Gómez Castro, Dra. Sara Núñez Correa, Dra. Aida Alejandra Pérez Fonseca, Dra. Adela Irmene Ortiz López Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C. Canarias 704, Col. Portales, Delegación Benito Juárez, C.P. 03300, Ciudad de México, México. Fecha de última actualización: 22 de agosto del 2023. Tamaño del archivo: 164 MB.

## **CONSEJO DIRECTIVO 2021 - 2023**

**Dr. Jorge Ramón Robledo Ortiz**  
Universidad de Guadalajara  
Presidente  
jorge.robledo@academicos.udg.mx

**Dra. Nelly Ramírez Corona**  
Universidad de las Américas Puebla  
Vicepresidenta  
nelly.ramirez@udlap.mx

**Dr. Fernando Israel Gómez Castro**  
Universidad de Guanajuato  
Secretario  
fgomez@ugto.mx

**Dra. Sara Núñez Correa**  
Universidad Veracruzana  
Tesorera  
sarnunez@uv.mx

**Dra. Aida Alejandra Pérez Fonseca**  
Vocal de Investigación  
aida.perez@academicos.udg.mx

**Dra. Adela Irmene Ortíz López**  
Universidad Autónoma Metropolitana  
Vocal de Docencia  
irmene@cua.uam.mx

# **XLIV ENCUENTRO NACIONAL DE LA AMIDIQ**

**UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS PUEBLA  
COMITÉ ORGANIZADOR**

Dr. Aarón Romo Hernández

Dr. Ricardo Navarro Amador

Dr. Jocksan Ismael Morales Camacho

Dra. María Teresa Jiménez Munguía

Dr. René Alejandro Lara Díaz

## COMITÉ TÉCNICO

### AMIDIQ 2023

Tomás Viveros García

**Presidente**

Aarón Romo Hernández  
Adela Irmene Ortiz López  
Agustín Ramón Uribe Ramírez  
Aida Alejandra Pérez Fonseca  
Alfonso Mauricio Sales Cruz  
Angélica Román Guerrero  
Claudia Gutiérrez Antonio  
Didilia Ileana Mendoza Castillo  
Eduardo Salvador Pérez Cisneros  
Enrique Arriola Guevara  
Fernando Israel Gómez Castro  
Guadalupe de la Rosa Álvarez  
Guadalupe María Guatemala Morales  
Hugo Joaquín Ávila Paredes  
Hugo Pérez Pastenes  
Jesús Alberto Ochoa Tapia  
Jocksan Ismael Morales Camacho

Jorge Ramón Robledo Ortiz  
José María Ponce Ortega  
Juan Gabriel Segovia Hernández  
Marco Antonio Sánchez Castillo  
María del Rosario Enríquez Rosado  
María Teresa Jiménez Munguía  
María Teresa López Arenas  
Miguel Ángel Morales Cabrera  
Myrna Hernández Matus  
Nelly Ramírez Corona  
Ricardo Morales Rodríguez  
Ricardo Navarro Amador  
Rubén González Núñez  
Sara Núñez Correa  
Teresa del Carmen Flores Flores  
Tomás Viveros García  
Zeferino Gamiño Arroyo

# COMITÉ REVISOR

## AMIDIQ 2023

Aarón Romo Hernández  
Abel Zúñiga Moreno  
Addí Rhode Navarro Cruz  
Adriana Medina Ramírez  
Agustín Martínez Ruvalcaba  
Agustín Ramón Uribe Ramírez  
Aida Alejandra Pérez Fonseca  
Alan Salvador Martín Del Campo Flores  
Alejandro Ruiz Marín  
Alfonso Mauricio Sales Cruz  
Alma Hortensia Serafín Muñoz  
Ana Angélica Feregrino Pérez  
Ana Karina Medina Mendoza  
Andrea Quetzalli Cerdán Pasarán  
Angélica Román Guerrero  
Antiocho López Molina  
Antonio Bernabé  
Antonio Flores  
Araceli Guadalupe Romero Izquierdo  
Araceli Jacobo Azuara  
Arodi Bernal Martínez  
Arturo Jiménez Gutiérrez  
Arturo Rangel Gonc  
Avelina Franco Vega  
Beatriz Gutiérrez Rivera  
Carlos Eduardo Guzmán Martínez  
Carlos Eduardo Molina Guerrero  
Carlos Enrique Alvarado Rodríguez  
Carlos Enrique Ochoa Velasco  
Carlos Gilberto Aguilar Madera  
Carolina Conde Mejía  
Carolina Solís Maldonado  
César Augusto Barrales Cortés  
César Gómez Hermosillo  
César Mario Laureano Anzaldo  
César Ramírez Márquez  
Christian Oliver Díaz Ovalle  
Cintia Karina Rojas Mayorga  
Claudia Gutiérrez Antonio  
Daniel Edén Ramírez Arreola  
David Aarón Rodríguez Alejandro  
David Contreras López  
Déborah Xanat Flores Cervantes  
Denís Rodrigue  
Diana Bustos  
Didilia Ileana Mendoza Castillo  
Dolores Gabriela Martínez Vázquez  
Dulce María Palmerín Carreño  
Ebelia Del Ángel Meraz  
Edgar Benjamín Figueroa Ochoa  
Edgar José López Naranjo  
Edgar Omar Castrejón González  
Edgar Vázquez Núñez  
Edilberto Murrieta Luna  
Eduardo Alberto López Maldonado  
Eduardo Jaime Vernon Carter  
Eduardo Salvador Pérez Cisneros

Eduardo Sánchez Ramírez  
Elisa Alejandra Beltrán Medina  
Eliseo Hernández  
Eloy Conde Barajas  
Emma Rebeca Macías Balleza  
Enrique Arriola Guevara  
Enrique Cossío Vargas  
Enrique Palou  
Erasmus Herman y Lara  
Eunice Yañez Barrientos  
Fabricio Omar Barroso Muñoz  
Fernando Israel Gómez Castro  
Francisco Javier Enríquez Medrano  
Francisco Javier Sánchez Ruiz  
Francisco López Villarreal  
Francisco Manuel Pacheco Aguirre  
Francisco Raúl Carrillo Pedroza  
Gabriel Contreras Zarazúa  
Gabriel Landázuri  
Gamaliel Che Galicia  
Gloria Trejo  
Guadalupe María Guatemala Morales  
Guadalupe Ramos Sánchez  
Guillermo Manuel González Guerra  
Guillermo Martínez Rodríguez  
Gustavo Arturo Iglesias Silva  
Héctor Arturo Ruiz  
Héctor Bernardo Escalona Buendía  
Héctor Puebla  
Héctor Ruiz Espinosa  
Helen Denise Lugo Méndez  
Horacio Inchaurregui  
Hugo Espinosa  
Hugo Joaquín Ávila Paredes  
Hugo Pérez Pastenes  
Ignacio René Galindo Esquivel  
Irmene Ortiz López  
Ismael Alejandro Aguayo Villarreal  
Iván Luzardo  
Jacobó Aguilar  
Jaime David Ponce Rocha  
Janett Betzabé González Campos  
Javier Fontalvo  
Jazmín Cortez González  
Jessica Badillo Camacho  
Jesús Alberto Ochoa Tapia  
Jesús Gerardo Saucedo Castañeda  
Jesús Isaac Minchaca Mojica  
Jocksan Ismael Morales Camacho  
Jonathan Ibarra Bahena  
Jorge Arturo Alfaro Ayala  
Jorge Luis García Castillo  
Jorge Manuel Silva Jara  
Jorge Ramón Robledo Ortiz  
José Alberto Gallegos Infante  
José Antonio Colin Luna  
José Carlos Cárdenas Guerra

José De Jesús Ramírez Minguela  
José Enrique Botello Álvarez  
José Enrique Jaime Leal  
José Guillermo Torres Rendón  
José Javier Valencia  
José Lemus-Ruiz  
José María Ponce Ortega  
Josefina Vergara Sánchez  
Josué Addiel Venegas Sánchez  
Juan Antonio Noriega Rodríguez  
Juan Antonio Sánchez Márquez  
Juan Carlos Cuevas Bernardino  
Juan Carlos Sánchez Diaz  
Juan Cristóbal García García  
Juan Gabriel Segovia Hernández  
Juan José Quiroz Ramírez  
Juan Manuel Vera Morales  
Julián Cabrera Vera  
Julio Armando De Lira Flores  
Julio González García  
Karla Iveth Camacho Aguilar  
Lada Domratcheva Lvova  
Leo Alvarado Perea  
Lilia Arely Prado Barragán  
Lorena Eugenia Sánchez Cadena  
Luis Bello  
Luis Fabián Fuentes Cortés  
Marco Antonio Sánchez Castillo  
Marcos López Pérez  
María de los Ángeles Olán Acosta  
María del Carmen Chávez Parga  
María del Rosario Enríquez Rosado  
María Elena Sosa Morales  
María Guadalupe de la Rosa Álvarez  
María Rodríguez Huevo  
María Teresa Jiménez Munguía  
María Teresa López Arenas  
Mariano Martín Martín  
Mario Alberto Rodríguez Ángeles  
Mario Alberto Sánchez Camarena  
Martha Leticia Hernández Pichardo  
Martín Esteban González López  
Martín Picón Núñez  
Mayra Agustina Pantoja Castro  
Mayra Ruiz Reyes  
Midory Samaniego Hernández  
Miguel Ángel Morales Cabrera  
Miguel Ángel Sandoval López  
Myrna H. Matus  
Nadia Renata Osornio Rubio  
Nancy del Pilar Medina Herrera  
Nancy Eloísa Rodríguez Olalde  
Nelly Flores Ramírez  
Nelly Ramírez Corona  
Obdulia Vera López  
Octavio Loera Corral  
Oscar Daniel Lara Montaña

Oscar Velázquez Camilo  
Oswaldo Guzmán López  
Paloma Barajas Álvarez  
Paola Hernández Carranza  
Patricio Javier Valadés Pelayo  
Pedro Mondragón  
Pedro Ortega Gudiño  
Radamés Trejo Valencia  
Rafael Huirache Acuña  
Raúl Ávila Sosa Sánchez  
Raúl Carrera Cerritos  
Raúl Reyes Bautista  
René Alejandro Lara Díaz  
René Loredó Portales  
Ricardo Morales Rodríguez

Ricardo Navarro Amador  
Rodolfo Murrieta Dueñas  
Rosa Isela Corona González  
Rosa María Jiménez Amezcua  
Rubén González Núñez  
Rubén Jiménez Alvarado  
Salomón Ramiro Vásquez García  
Salvador Marmolejo Cervantes  
Salvador Tututi Ávila  
Sara Núñez Correa  
Sergio Huerta Ochoa  
Sergio Iván Martínez Guido  
Shirley Carro Sánchez  
Silvia Luna Suárez

Silvia Yudith Martínez  
Susana Almanza Rangel  
Teresa del Carmen Flores Flores  
Tomás Viveros García  
Tzayam Pérez  
Ulises Páramo García  
Ulrich Vasconcelos  
Valaur Ekbalam Márquez Baños  
Valentina Aristizábal Marulanda  
Vicente Rico Ramírez  
Victor Alejandro Suárez Toriello  
Yolanda González García  
Yuridiana Rocío Galindo Luna  
Zeferino Gamiño Arroyo

## EMPLEO DE OLEOGELES DE SOYA Y CANOLA ESTRUCTURADOS CON CERAS COMESTIBLES EN LA EMULSIFICACIÓN DE SALCHICHAS TIPO FRANKFURT

*Osiel Magnol Chavez- Alfaro<sup>a</sup>, Elizabeth del Carmen Varela-Santos<sup>a</sup>, Karen Aylin Vargas-García<sup>a</sup>, Gilda Avendaño-Vásquez<sup>b</sup>.*

<sup>a</sup> Depto. Subdirección de Posgrado e Investigación TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Av. Veracruz S/N, 95180., México.

<sup>b</sup> Depto. Subdirección de Posgrado e Investigación Estancia Posdoctoral CONACYT-TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca  
[gilda.av@itstb.edu.mx](mailto:gilda.av@itstb.edu.mx)

### Resumen

El empleo de oleogeles estructurados con diferentes moléculas (etilcelulosa, konjac, cera de salvado de arroz, etc.) en los últimos años, ha representado una innovación en la industria de alimentos, particularmente en la industria cárnica, esto debido a que se ha comprobado pueden incorporarse efectivamente en diferentes formulaciones tales como salchichas, siendo este alimento de comida rápida, el más consumido a nivel mundial, que sin embargo, algunas veces carece del aporte nutricional recomendado, adicional a la incorporación de grasas saturadas de origen animal para su elaboración, las cuales pueden desencadenar enfermedades del metabolismo del ser humano. Esta investigación implementa oleogeles estructurados con cera naturales comestibles, como una alternativa al uso de dichas grasas saturadas en la formulación de salchichas tipo Frankfurt, encontrando características fisicoquímicas superiores a productos comerciales, así como cualidades sensoriales como el desarrollo del color propio de este tipo de alimentos, mismas que pueden ser apreciadas por el público consumidor.

### Introducción

Los dos aspectos que se consideran, al usar sustitutos de grasa en productos cárnicos, son la reducción en el contenido total de grasa (calorías) y la mejora en el perfil de ácidos grasos.

El primero, se logra principalmente reemplazando una parte sustancial de grasa animal en el sistema de emulsión estructurada, que consiste en aceite líquido y agua gelificada, mientras que, en el segundo caso, el aceite líquido, gelificado utilizando agentes estructurantes, se usa como sustituto de grasa.

El uso de organogeles presenta oportunidades para que la industria de la carne mejore aún más la textura. En general, se pueden fabricar organogeles más duros, y esto debería permitir la adaptación de las propiedades de dureza, cuando se toman en cuenta otros factores (por ejemplo, el nivel de proteína, el tipo de relleno), en las emulsiones cárnicas [1]. Sin embargo, se ha encontrado muy poca investigación sobre el uso de oleogeles en los productos alimenticios, y menos aún dentro de las carnes procesadas. Se pueden mencionar el empleo de etilcelulosa y aceite de canola resultando en salchichas con características intermedias a las producidas con grasa animal. Además, la sustitución de la grasa de vacuno por oleogel de etilcelulosa mejoró los rendimientos de cocción [2, 3]. Así también se ha ensayado el empleo de oleogeles de aceite de soja estructurado con cera de salvado de arroz, resultando en salchichas con calidad tecnológica aceptable[3]. El reciente empleo de aceites estructurados en matrices cárnicas, específicamente salchichas han abierto oportunidades que ayuden a reducir la grasa saturada a dichos productos y para superar los problemas de textura deficiente asociados con el uso de aceites vegetales líquidos.

Las grasas son ingredientes principales (en el rango de 20%), y son esenciales para la textura, el gusto, el sabor, y estabilidad físico-química. Tradicionalmente, las grasas procedían directamente de los tejidos grasos de los animales incorporados en rebozados de carne como ingredientes [4]. Los cuatro factores principales que influyen en la firmeza de los tejidos grasos son el agua y el contenido de lípidos, la

extensión del tejido conjuntivo y la composición de ácidos grasos [5]. Los tejidos grasos son menos firmes cuando

contienen pocos lípidos y mucha agua. Cuando los tejidos grasos contienen mucho tejido conectivo, son relativamente blandos a temperatura ambiente, pero cuando la temperatura aumenta, el tejido conectivo se contrae y gelifica, atrapando lípidos en una red que previene el flujo de lípidos [5]. A una temperatura dada, una grasa que contenga menos ácidos insaturados puede ser más firme que uno que contiene más. Las grasas altamente insaturadas tienen un punto de fusión más bajo en comparación con las grasas saturadas. Las grasas animales son principalmente triglicéridos, pero la composición de los ácidos grasos de los tejidos adiposos (y en consecuencia su firmeza y su temperatura de fusión) dependen en gran medida de su origen, evidentemente esto tendrá consecuencias sobre la calidad tecnológica al bajar la temperatura de fusión, aumentando la suavidad de la grasa de la canal e incrementando la sensibilidad a la oxidación., lo que por aumento de temperatura durante la molienda, las grasas altamente insaturadas pueden comenzar a derretirse y formar una capa de grasa en el producto, que es visualmente poco atractivo, adicional al impacto en el color del producto debida a la relación proteína – grasa, que puede tener una influencia significativa, como resultado de la distribución de la fase oleosa dentro de la matriz proteica durante el proceso de picado (es decir, aumento del área de superficie de los glóbulos de grasa) que afecta el color después de la cocción [6,7,8].

Sin embargo, se hace necesario buscar una estrategia para la sustitución de las grasas saturadas debida a la creciente preocupación por el potencial riesgo para la salud como el aumento de la incidencia mundial de obesidad, diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares, relacionados con el consumo de alimentos ricos en grasas lo que ha llevado a la industria alimentaria a desarrollar nuevas formulaciones o modificar productos tradicionales para hacerlos más saludables. Sin embargo, las grasas saturadas aportan la estructura y funcionalidad necesarias en numerosos productos alimenticios. Para reemplazar las grasas saturadas (grasa sólida) con grasas insaturadas (aceite líquido) sin comprometer las características sensoriales y de calidad del producto alimenticio, primero se deben hacer que las propiedades del aceite imiten las de la grasa sólida. Dentro de las recientes investigaciones se encuentran el diseño de oleogel, materiales donde el aceite es estructurado a través del empleo de gelantes de naturaleza lipídica (ceras, glicéridos, ácidos grasos, lecitinas, etc.) o no lipídica (etilcelulosa, quitina, etc.), demostrando que la capacidad lipídica del oleogel para igualar el tamaño del glóbulo de grasa es comparable con capacidades de dureza y masticabilidad atribuidas a la grasa saturada dentro de la formulación de emulsiones cárnicas como las salchichas Frankfurt [9]. Empleando aceites altamente insaturados como el de canola que El aceite de canola se caracteriza por un bajo nivel (7%) de ácidos grasos saturados (SFAs); cantidades sustanciales de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) y ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), incluidos 61 % de ácido oleico, 21 % de ácido linoleico y 11 % de ácido alfa-linolénico (ALA); esteroides vegetales (0,53–0,97 %); y tocoferoles (700– 1200 ppm) todos los cuales tienen datos que indican ser sustancias cardioprotectoras [10]. Adicionalmente el aceite de soja cuyo ácido graso predominante es el ácido linoleico (LA), un PUFA n-6 esencial, que representa aproximadamente el 51 % del contenido total de grasa. La evidencia muestra que el reemplazo de grasas saturadas con aceite de soja mejora los niveles de lípidos y lipoproteínas circulantes, los principales objetivos para la prevención y el manejo de las enfermedades cardiovasculares. Después de una revisión de los datos relevantes, este efecto de reemplazo para reducir el colesterol fue reconocido formalmente por la Administración de Drogas y Alimentos de los EE. UU. (FDA) en 2017, cuando aprobó una declaración de propiedades saludables calificada para el aceite de soja y la enfermedad coronaria [11].

La principal implicación que tiene la sustitución de grasa saturada en emulsiones cárnicas se debe al cambio en atributos sensoriales siendo el atributo de color el principal implicado en la aceptación de un producto cárnico [12]. El objetivo de este trabajo fue la evaluación de los parámetros de color en

formulaciones de salchichas tipo Frankfurt formuladas con oleogel de aceite de soya y canola estructurados con cera de abeja y candelilla sustituyendo parcialmente (50%) o totalmente (100%) la grasa saturada empleada en la formulación, a fin de evaluar un atributo sensorial que pueda indicar la aceptabilidad de un producto con sustitución parcial o total de grasa saturada.

### Metodología

Las formulaciones se llevaron a cabo en 2 tipos de aceite (Soya y Canola) sustituyendo en la mezcla el 50% y al 100% de la concentración de grasa, empleando como agentes estructurantes cera de candelilla (CC) y de abeja (CA) grado alimenticio al 2.5%, así como un control empleando grasa saturada (GS) de espaldilla de puerco, para observar las implicaciones de la composición del aceite sobre la estructura de la emulsión cárnica de acuerdo a la formulación propuesta por [3]. Todas las materias primas fueron adquiridas del comercio local. Una vez realizada la emulsión fue embutida en tripa sintética de colágeno, llevando a cabo el proceso de escaldo y su empaquetamiento al vacío, para ser almacenada a 4°C durante 24h antes de la toma de prueba. Se determina la caracterización fisicoquímica de la salchicha tipo Frankfurt modificada con oleogel y un Salchicha control, así como la toma del color interno y externo de las salchichas obtenidas por quintuplicado. Se realizó un ANOVA de una vía empleando SAS OnDemand for Academics, 2021.

### Resultados

De manera general el nitrito o sus derivados presentes en las sales de cura que son implementadas en los productos curados como las salchichas funcionan uniéndose a la mioglobina formando el complejo NO – mioglobina, responsable del color rojo estable de productos cárnicos, o reaccionan con ascorbato, aminoácidos y otros compuestos [13]. En la Tabla 1, se muestran los atributos de color obteniendo experimentalmente valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , donde  $L^*$  se refiere a la tonalidad del color,  $a^*$  (rojo  $\pm$  verde) y  $b^*$  (amarillo  $\pm$  azul) las coordenadas de color se determinaron de acuerdo con el sistema de espacio de color estándar, para todos los sistemas formulados, teniendo como grupo control una formulación del 100% de grasa de puerco.

Tabla 1. Media de los parámetros de color de salchichas Frankfurt con y sin oleogel

	Muestra	$L^*$	$a^*$	$b^*$
	Control	71.02 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup>	9.08 $\pm$ 0.41 <sup>b</sup>	7.97 $\pm$ 0.37 <sup>c</sup>
CA	100% Canola	80.25 $\pm$ 0.29 <sup>c</sup>	8.07 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	7.12 $\pm$ 0.46 <sup>b</sup>
	50% Canola	72.28 $\pm$ 0.54 <sup>b</sup>	12.37 $\pm$ 1.09 <sup>c</sup>	6.2 $\pm$ 0.91 <sup>a</sup>
	100% Soya	80.08 $\pm$ 0.24 <sup>c</sup>	8.14 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup>	7.10 $\pm$ 0.36 <sup>b</sup>
	50% Soya	73.10 $\pm$ 0.14 <sup>b</sup>	14.11 $\pm$ 2.61 <sup>d</sup>	8.40 $\pm$ 0.24 <sup>c</sup>
CC	100% Canola	71.98 $\pm$ 1.09 <sup>a</sup>	8.28 $\pm$ 0.75 <sup>b</sup>	6.54 $\pm$ 0.50 <sup>a</sup>
	50% Canola	71.74 $\pm$ 1.23 <sup>a</sup>	8.88 $\pm$ 0.60 <sup>b</sup>	5.58 $\pm$ 0.51 <sup>a</sup>
	100% Soya	71.45 $\pm$ 0.54 <sup>a</sup>	9.12 $\pm$ 0.32 <sup>b</sup>	7.52 $\pm$ 0.67 <sup>b</sup>
	50% Soya	70.08 $\pm$ 0.35 <sup>a</sup>	8.88 $\pm$ 0.82 <sup>a</sup>	6.42 $\pm$ 1.43 <sup>a,b</sup>

Los valores medios dentro de una columna con diferentes letras en superíndice son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

Mediante estos atributos se observa que las formulaciones que desarrollaron mayor  $L^*$  fueron 100%canola y 100%soya (80.25  $\pm$  0.29 y 80.08  $\pm$  0.24 respectivamente), por el contrario, aquellos sistemas que desarrollaron mayor tonalidad rojiza fueron 50% canola y 50% soya (12.37  $\pm$  1.09 y 14.11

± 2.61 respectivamente) como una consecuencia de que el oleogel fuera estructurado en CA, e incluso desarrollaron mayores atributos de color comparadas con las salchichas control que contenían 100% de grasa saturada. En el caso de las salchichas que contenían oleogel estructurado con cera de candelilla en relación al control, el atributo de color en L\* y a\* no presentó diferencias significativas, por lo que ambas muestras son similares en dicho atributo, en b\* las muestras de oleogel estructuradas con CC fueron similares cuando se sustituyó el 100% de la grasa saturada por oleogel de soya así como cuando se sustituyó por el 50% de oleogel de soya, esto sugiere que teniendo en consideración el atributo del color los oleogeles formulados aceite de soya estructurada con CC, pudieran ser una opción en el reemplazo o sustitución de las grasas saturadas en las salchichas tipo Frankfurt. Adicionalmente los parámetros fisicoquímicos fueron similares en ambas formulaciones, lo cual indica sistemas estables y homogéneos.

### Conclusiones

El empleo de esta estrategia representaría una alternativa factible para el consumo de grasas poliinsaturadas. Así mismo las salchichas que presentaron características similares a las encontradas en grasas saturadas fueron las elaboradas con aceite de soya estructurados con CC, lo cual representaría una aportación tecnológica importante en el abatimiento del consumo de grasas saturadas estos en productos de alta demanda, promoviendo así un estilo de vida saludable, atribuido al consumo de aceites altamente poliinsaturados.

### Referencias

1. S.Barbut, J.Wood AM. Potential use of organogels to replace animal fat in comminuted meat products. *Meat Sci.* 2016;122:155-162. doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.08.003>
2. Zetzi AK, Marangoni AG, Barbut S. Mechanical properties of ethylcellulose oleogels and their potential for saturated fat reduction in frankfurters. *Food Funct.* 2012;3(3):327-337. doi:10.1039/c2fo10202a
3. Wolfer TL, Acevedo NC, Prusa KJ, Sebranek JG, Tarté R. Replacement of pork fat in frankfurter-type sausages by soybean oil oleogels structured with rice bran wax. *Meat Sci.* 2018;145(July):352-362. doi:10.1016/j.meatsci.2018.07.012
4. Allais I. Emulsification. In: Toldrá F, ed. *Handbook of Meat Processing*. Blackwell. ; 2003:143-168.
5. Lebret B, Lefaucheur L, Mourot J, Bonneau M. Influence des facteurs d'élevage sur la qualité de la viande de porc. *Journées la Rech Porc en Fr.* 1996;28(August 2014):137-156.
6. Álvarez D, Delles RM, Xiong YL, Castillo M, Payne FA, Laencina J. Influence of canola-olive oils, rice bran and walnut on functionality and emulsion stability of frankfurters. *Lwt.* 2011;44(6):1435-1442. doi:10.1016/j.lwt.2011.01.006
7. Kouzounis, Dimitrios Azaridou A, Katsanidis E. Partial replacement of animal fat by oleogels structured with monoglycerides and phytosterols in frankfurter sausages. *Meat Sci.* 2017;130:38-46. doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.004>
8. Youssef MK, Barbut S. Effects of protein level and fat / oil on emulsion stability , texture , microstructure and color of meat batters. *Meat Sci.* 2009;82(2):228-233. doi:10.1016/j.meatsci.2009.01.015
9. Oh I, Lee JH, Lee HG, Lee S. Feasibility of hydroxypropyl methylcellulose oleogel as an animal fat replacer for meat patties. *Food Res Int.* 2019;122(August 2018):566-572. doi:10.1016/j.foodres.2019.01.012
10. Lin L, Allemekinders H, Dansby A, et al. Evidence of health benefits of canola oil. *Nutr Rev.* 2013;71(6):370-385. doi:10.1111/nure.12033
11. Messina M, Shearer G, Petersen K. Soybean oil lowers circulating cholesterol levels and coronary heart disease risk, and has no effect on markers of inflammation and oxidation. *Nutrition.* 2021;89:111343. doi:10.1016/j.nut.2021.111343
12. Vereltz KP, Buck EM. Color Stability and Sensory Attributes of Chicken Frankfurters Made With Betalains and Potassium Sorbate Versus Sodium Nitrite. *J Food Prot.* 1984;47(1):41-45. doi:10.4315/0362-028x-47.1.41
13. Honikel KO. Curing. In: *Handbook of Meat Processing*. ; 2010:125-141. doi:10.1002/9780813820897.ch6





**RAMSES**

RED ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA  
DE SOLUCIONES SUSTENTABLES



**ISBN:978-607-98376-5-5**

# DIFUSIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

*Difusión de la ciencia y la tecnología*

*Editorial Instituto Tecnológico Superior de Naranjos*

*1° Edición*

*Fecha de publicación: 28/09/2023*

*ISBN: 978-607-98376-5-5*

*Difusión de la ciencia y la tecnología: fue editado por Editorial Instituto Tecnológico Superior de Naranjos.*

*El contenido es responsabilidad de los autores. Se autorizó la reproducción total o parcial de la obra siempre y cuando cite la fuente*

## **COMITÉ EDITORIAL**

DRA. SUSANA ASTRID LÓPEZ GARCÍA

DR. HERIBERTO ESTEBAN BENITO

M.I.A. EDI ANTONIO LÓPEZ

DR. DANIEL ALEJANDRO LARA RODRÍGUEZ

M.D.I.S. EDGAR ANTONIO PECERO RAMÍREZ

## **COMITÉ REVISOR**

DR. HERIBERTO ESTEBAN BENITO

DR. DANIEL ALEJANDRO LARA RODRÍGUEZ

M.C. BLANCA ESTELA ZAZUETA VILLAVICENCIO

M.C. EDUARDO RODRIGUEZ LEYVA

M.C. ERIKA ELIZABETH KATIB BARRA

M.C. ALFREDO HERNANDEZ IBARRA

DR. ALEJANDRO GREGORIO NILA

M.C. GABRIEL GROSSKELWING NUÑEZ

DRA. DINORA VAZQUEZ LUNA

DRA. KARINA CRUZ RODRIGUEZ

M.C. ROMAN GUADARRAMA PEREZ

M.C. EDI ANTONIO LÓPEZ

M.C. VICTOR MANUEL CRUZ VICENCIO

DR. URIEL ARMANDO MACIAS CASTILLO

## **DISEÑO PORTADA Y CONTRAPORTADA**

L.D.G. JOSELINE CASTELLANOS RAMÍREZ

## ÍNDICE

BIOLOGÍA Y QUÍMICA .....	5
CAPITULO I. Densidad poblacional y aspectos morfológicos del cangrejo azul ( <i>Cardisoma Guanhumi</i> ) en la zona costera de Tecolutla, Veracruz .....	6
BIOTECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE .....	13
CAPITULO II. Caracterización de una celda de combustible microbiana acoplada a un humedal con agua residual acuícola .....	14
CAPITULO III. Despliegue en la nube de cómputo científico de alto rendimiento para el modelo de pronóstico Weatherresearch And Forecasting (WRF) .....	22
CAPITULO IV. Contenedores biodegradables a base de agro- residuos de la cuenca del Papaloapan .....	31
CAPITULO V. Evaluación invitro de inhibición fúngica de extracto .....	48
CAPITULO VI. Tratamiento térmico como alternativa de regeneración de un convertidor catalítico .....	56
CIENCIAS SOCIALES Y ECONOMÍA ADMINISTRATIVA .....	61
CAPITULO VII. Análisis de la conducta de consumo de la generación z vía internet: caso de estudio Chetumal Quintana Roo. ....	62
CAPITULO VIII. Diseño de un dispositivo de regulación de amperaje para equipos de corriente alterna .....	87
EDUCACIÓN .....	95
CAPITULO IX. Sistema integral con gamificación para aprendizaje de las matemáticas en sexto grado de primaria .....	96
CAPITULO X. Impactos del desarrollo turístico en Xul-ha, Quintana Roo .....	109
CAPITULO XI. La educación y cultura ambiental un eje transversal en las instituciones educativas de México .....	138
CAPITULO XII. “Acciones para identificar conflicto de interés en el servicio público” .....	149
INDUSTRIA 4.0 .....	168
CAPITULO XIII. Caracterización fisicoquímica de salchichas tipo frankfurt modificadas con oleo geles de estructurados con ceras comestibles .....	169
CAPITULO XIV. Determinación de los principales indicadores en un censo comercial de los diferentes sectores empresariales en agua prieta, sonora .....	177
INGENIERÍAS .....	188
CAPITULO XV. Ajuste de parámetros de un algoritmo genético usando Doe Taguchi para el problema de asignación cuadrática .....	189

## **Caracterización fisicoquímica de salchichas tipo frankfurt modificadas con oleo geles de estructurados con ceras comestibles**

Osiel Magnol Chávez Alfaro<sup>c</sup>, Gilda Avendaño Vásquez<sup>b</sup>, Elizabeth del Carmen Varela Santos<sup>a</sup>, Karen Aylin Vargas García<sup>a</sup>, Karina Bustos Ramírez<sup>a</sup>.

<sup>a</sup> Tecnológico Nacional de México/ ITS de Tierra Blanca- Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología.

<sup>b</sup> Conacyt- TecNM/ITS de Tierra Blanca- Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología Estancia posdoctoral.

<sup>c</sup> Tecnológico Nacional de México/ ITS de Tierra Blanca- Estudiante-Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología.

Autor de correspondencia: [e.varela@itstb.edu.mx](mailto:e.varela@itstb.edu.mx)

### **RESUMEN**

Uno de los aspectos más importantes en la prevención de enfermedades que causan la tasa más alta de mortalidad en México es la mala alimentación ya que de acuerdo a la última actualización del INEGI, hubo 113, 899 decesos a causa de enfermedades del corazón equivalente al 19.7% de las defunciones totales siendo este el porcentaje más alto. Es por eso que tener una buena nutrición proponiendo la creación y reformulación de alimentos con una composición más saludable que las que comúnmente son adquiridas en el mercado reduzcan estos padecimientos. El objetivo del presente trabajo fue formular una salchicha tipo Frankfurt de pierna de cerdo con una sustitución del 100% de grasa por oleo geles de aceite de soya estructurados con ceras naturales comestibles con el fin de evitar el consumo excesivo de grasas saturadas y mantener las características de una salchicha común comercial. Se realizó una caracterización fisicoquímica, donde las formulaciones con oleo gel se compararon entre sí y con una salchicha comercial. En general presentaron un comportamiento ideal y casi iguales entre cada una prometiendo a los oleo geles como buenos candidatos ante el remplazo de grasa animal.

### **INTRODUCCIÓN**

Una de las problemáticas que se vive dentro de la industria alimentaria hoy en día es el abuso de la utilización y consumo de grasas saturadas en alimentos que generalmente tienden a ser de alta demanda social teniendo una adquisición mayoritaria, acelerando

distintas enfermedades debido a su alto consumo, es por eso que buscar opciones que puedan sustituir y mejorar el perfil lipídico en productos alimenticios repercutiría en mejoras positivas. Los oleo geles están siendo considerados como estas nuevas alternativas de sustitución ante la grasa animal (Gravelle & Marangoni, 2018; Contreras-Ramírez et al., 2022 & Ferrer González, 2017) presentándose como aceites estructurados por organogelantes como las ceras naturales, mostrando aplicaciones de impacto potencial y principalmente la sustitución de ácidos grasos saturados y *trans* por ácidos grasos poliinsaturados.

En el sector cárnico, la utilización de grasas animales consideradas altamente saturadas tienen el fin de proporcionar productos con mejores propiedades organolépticas como la sensación en la boca y las propiedades de textura (plasticidad, solidez y dureza) de muchos alimentos, incluidos los helados, el chocolate y los productos cárnicos (Stortz et al., 2012); alimentos con mayor demanda de los cuales los embutidos son los más presentes (COMECARNE, 2022); su consumo tiende a promover el incremento de enfermedades cardiovasculares, relacionadas al corazón, obesidad entre otras, convirtiéndolos en productos menos saludables (Wolfer et al., 2018). El consumo de estos productos ricos en grasas animales conduce al incremento de colesterol total en la sangre, así como el colesterol LDL y provocando una disfunción endotelial conocida como marcador de factores de riesgo cardiovascular, también aumenta el índice del factor VII, factor responsable de la coagulación de la sangre y lipemia p-p, caracterizado por un incremento exagerado en plasma de las concentraciones de triglicéridos (Torrejón & Uauy, 2011; Ramírez-Vélez, 2011).

En México este sector es una industria consolidada que produce más de 1 millón de toneladas de productos anualmente, representando el 23% de la industria alimenticia, donde los embutidos representan el 49%, convirtiéndose en un alimento de alta demanda social; es por eso que, proponer estrategias nuevas que funcionen como sustitutos de grasas saturadas mejoraría la calidad nutricional en estos productos (Suárez, 2020) ya que la principal causa de muerte en los últimos años se debe a enfermedades del corazón y diabetes mellitus relacionadas al alto consumo de estas grasas presentes en dichos alimentos (INEGI, 2022).

Recomendaciones basadas en estudios del consumo de grasas están de acuerdo en que los ácidos grasos insaturados y los ácidos grasos poliinsaturados son importantes para

reducir los biomarcadores de enfermedades cardiovasculares (Dyerberg et al., 2004). A raíz de estas estadísticas, el gobierno de México se llevó a la tarea de implementar el nuevo etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasadas de acuerdo a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 modificada en el 2020 brindando al consumidor información clara y visible sobre el producto que está comprando en 5 sellos, de los cuales destacan exceso de grasas saturadas y exceso de grasas *trans*. (Gobierno de México, 2021).

En respuesta a esto, el reemplazo directo de grasas saturadas por aceites insaturados en alimentos complejos es un desafío técnico considerable que pretende ser prometedor aplicando el desarrollo de oleo geles.

### **METODOLOGÍA**

#### **Preparación de los oleo geles**

De acuerdo a las concentraciones necesarias de cera como agente estructurante solidificante en solventes orgánicos, se empleó el 2.5% p/p para la producción de oleo geles, cera de abeja (Gao et al., 2021), cera de candelilla (Aranda-Ledesma et al., 2022) y cera de arroz utilizando 4% (Wolfer et al., 2018) en aceites vegetales comestibles. Se pesaron los gramos correspondientes de cera y agregando aceite de soya hasta llegar al peso requerido (100%) en un vaso de precipitado de 500ml que posteriormente se colocó en una parrilla eléctrica a 70°C en agitación suave y constante. En un lapso no mayor a 30 minutos se retiró de la parrilla una vez que estuviera disuelta perfectamente y dejó enfriar a temperatura ambiente para luego ser cubierta con papel film para su refrigeración y maduración por mínimo de 5 días para asegurar la estructuración adecuada del gel (Wolfer et al., 2018).

#### **Preparación de la salchicha**

Se produjeron 973.4 g de salchichas aproximadamente de 10cm de largo y 2cm de diámetro con una sustitución del 100% de grasa añadida por oleo geles elaborados con aceite de soya al 2.5% de ceras naturales (arroz, candelilla y abeja). La materia cárnica utilizada fue obtenida del frigorífico del Papaloapan ubicado en Tierra Blanca, Veracruz el mismo día de su procesamiento. Cada una de las sales de cura empleadas se colocaron juntamente con la carne en un procesador (Food processor Cuisinart CFP-800WBC) a la que se añadió al

50/50 oleogel y hielo. La emulsión cárnica que se obtuvo se cubrió con papel film y se resguardó por 24 hr a 4°C.

Utilizando un molino-embutidor MGB-120 y tripa sintética de colágeno de 2 cm de diámetro se obtuvieron las salchichas para ser escaldadas por 20 minutos, posteriormente se retiraron y esperaron a temperatura ambiente para ser empacadas al vacío (VACUUM SEALER FSSMSL0160), así mismo se mantuvieron a temperatura de refrigeración para sus determinaciones correspondientes.

### **Análisis proximal**

El análisis proximal de las salchichas elaboradas se realizó de acuerdo a normas oficiales mexicanas (NMX) y técnicas permitidas durante la primera semana de su elaboración, siguiendo la NMX-F-065, 1984 de Alimentos salchichas, especificaciones; NMX-F-065, 1978 para determinación de cenizas, NMX-F-83-1986, para determinación de humedad, NMX-F-089-S-1978, para determinación de extracto etéreo en alimentos (Método Soxhlet) y en el caso de proteína por el método de Biuret por disponibilidad de materiales y reactivos.

### **Análisis experimental**

Los experimentos fueron aleatorizados y las mediciones fueron tomadas en el día 1 y 21 después de su elaboración para obtener tres lecturas por cada formulación (3 formulaciones con distinta cera utilizada en cada oleo gel y salchicha comercial como control). Los datos conseguidos fueron analizados mediante un ANOVA por el software StatsSoft, inc. 2011. Con una  $p < 0.05$ .

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

En la tabla 1 se expresa el análisis proximal de las salchichas formuladas con oleo geles de aceite de soya estructuradas con diferentes ceras comestibles, así como la salchicha comercial, la salchicha formulada con cera de arroz, resulta en mayor contenido de humedad (56.41%), lo que se traduce en la mayor capacidad de atrapamiento de agua dentro de la emulsión, esto promueve su jugosidad y probablemente también una textura más suave., así mismo las salchichas formuladas con cera de abeja demostraron tener el mayor contenido de grasa (64.77%), esto es probablemente debido a la composición de las diferentes ceras, ya que la cera de abeja se encuentra compuesta por ácidos grasos libres

(Wright & Marangoni, 2011) los cuales en relación con el resto de las otras ceras, se encuentran en mayor proporción, lo cual genera una mayor biodisponibilidad, así como una mayor concentración en la extracción. A pesar de que las salchichas elaboradas en este estudio muestran mayores concentraciones de grasa comparadas con la salchicha comercial (tomadas de la etiqueta), se debe recordar que se trata de aceite altamente poliinsaturado el cual fue estructurado por las diferentes ceras.

*Tabla 1. Análisis proximal de salchichas elaboradas con oleogeles de aceite de soya estructurados con diferentes bioceras.*

<b>Determinación (%) / Muestra</b>	<b>Comercial</b>	<b>Arroz</b>	<b>Candelilla</b>	<b>Abeja</b>
<b>Humedad</b>	43.36	56.41 ± 0.13 <sup>b</sup>	43.1 ± 0.73 <sup>a</sup>	43.16 ± 2.35 <sup>a</sup>
<b>Cenizas</b>	3.08	2.9 ± 0.05 <sup>a</sup>	2.6 ± 0.01 <sup>b</sup>	3.0 ± 0.11 <sup>a</sup>
<b>Grasa saturada</b>	10.1	0	0	0
<b>Grasa poliinsaturada</b>	0	47.17 ± 0.31 <sup>b</sup>	43.25 ± 0.34 <sup>a</sup>	64.77 ± 0.20 <sup>c</sup>
<b>Proteína</b>	8.31	17.84 ± 0.37 <sup>b</sup>	18.04 ± 0.18 <sup>b</sup>	11.82 ± 0.08 <sup>a</sup>

*Los signos de ± indican la desviación estándar. Los valores medios dentro de una columna con diferentes letras en superíndice son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).*

En la determinación de cenizas, se pudo observar que las salchichas elaboradas con cera de candelilla fueron estadísticamente distintas, según lo reportado por (Avendaño-Vásquez et al., 2022), debido a los fenómenos de maduración de los embutidos en los que de forma gradual disminuye el contenido de sales y minerales presentes a causa de las reacciones de generación de nitro pigmentos, los cuales son evidenciados por el cambio en el color de los productos, haciéndose presente un color rojizo que va del interior hacia el exterior del producto. Adicionalmente las salchichas de arroz y cera de abeja fueron más similares a la comercial, lo cual indica que existe mayor mimetismo en estos sistemas a la grasa saturada empleada en las salchichas comerciales, lo cual podría desarrollar otras características similares a la salchicha comercial como el color.

Los resultados obtenidos de análisis de proteínas demostraron que las salchichas elaboradas con oleogeles obtuvieron mayores concentraciones de proteínas desde un 11% para el caso de las salchichas elaboradas con cera de abeja hasta el 18% para las elaboradas con cera de candelilla y arroz, observando que en las salchichas comerciales se declara el 8.31% según la información nutrimental en su etiqueta, por lo que las

salchichas elaboradas en este estudio demostraron contener mayor cantidad de carne, indicando que el producto de referencia fue elaborado con sustitutos de proteína a fin de cubrir con lo indicado en su etiqueta, tras probablemente la incorporación de féculas para abaratar los costos de producción, lo que según la NMX-F-065-1984, ALIMENTOS.- SALCHICHAS.- ESPECIFICACIONES, 1984., quedaría fuera de rango ya que lo indicado en el marco normativo es una cantidad superior a 9.5%, por lo que la marca comercial quedaría por debajo de dicha referencia, lo que podría indicar un producto menos costoso que los que contienen un mayor contenido proteico en el mercado, sin embargo, esto en la práctica no sucede así.

La salchicha elaborada con oleo geles de ceras comestibles demostraron mejores características nutricias en comparación con el marco referencial comercial de una etiqueta nutrimental, lo cual se atribuye a la presencia mayoritaria del componente cárnico, así como la influencia de los aceites altamente poliinsaturados estructurados con ceras comestibles, mismos que al ser consumidos otorgarían beneficios a la salud del consumidor disminuyendo el riesgo de enfermedad cardíaca, reducción del síndrome metabólico y la diabetes, ayudando a disminuir el colesterol LDL (malo), que podría causar obstrucción o bloqueo de las arterias (vasos sanguíneos), adicional a retardar la acumulación de placa, una sustancia que comprende grasa, colesterol y calcio, que endurece y bloquea las arterias. De acuerdo al análisis de datos y por lo descrito anteriormente, cabe resaltar que la mejor formulación obtenida fue la que empleó oleo gel estructurado con cera de candelilla puesto que fue la que presentó más aporte proteínico y menor contenido de grasas en comparación al control comercial y las formulaciones elaboradas por otras ceras, sin embargo el porcentaje deseable en productos de esta categoría está aún por debajo (< 30%), a pesar de esto, se destaca que en casi su totalidad, la grasa presente en las formulaciones con oleo gel son considerada poliinsaturadas a diferencia de la salchicha de referencia.

### **CONCLUSIÓN**

Tras la caracterización fisicoquímica realizada en este trabajo, se puede apreciar que generar un embutido con una parte lipídica remplazada por oleo geles a base de ceras naturales y aceites vegetales representa una opción para disminuir el consumo excesivo de grasas saturadas presentes en productos de esta categoría, destacando a los oleo geles de

cera de candelilla por haber presentado las mejores características similares a una salchicha comercial. Por lo que constituye una alternativa para una alimentación más saludable a poblaciones de alto consumo desalchichas como los niños.

### BIBLIOGRAFÍA

- Aranda-Ledesma, N. E., Bautista-Hernández, I., Rojas, R., Aguilar-Zárate, P., Medina-Herrera, N. del P., Castro-López, C., & Guadalupe Martínez-Ávila, G. C. (2022). Candelilla wax: Prospective suitable applications within the food field. *Lwt*, 159. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113170>
- Avendaño-Vásquez, G., Ochoa-Martínez, B., Vargas-García, K. A., & Varela Santos, E. del C. (2022). Effect of the incorporation of candelilla wax oleogels on Frankfurters sausages (pp. 1–2).
- COMECARNE. (2022). Compendio Estadístico 2022 Presentación. 1–108. [www.comecarne.org](http://www.comecarne.org)
- Contreras-Ramírez, J. I., Patel, A. R., gallegos-Infante, J. A., Toro-Vázquez, J. F., Pérez-Martínez, J. D., Rosas-Flores, W., & González-Laredo, R. F. (2022). Organogel-based emulsified systems, food applications, microstructural and rheological features-a review. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 12(2), 1601–1627. <https://doi.org/10.33263/BRIAC122.16011627>
- Dyerberg, J., Eskesen, D. C., Andersen, P. W., Astrup, A., Buemann, B., Christensen, J. H., Clausen, P., Rasmussen, B. F., Schmidt, E. B., Tholstrup, T., Toft, E., Toubro, S., & Stender, S. (2004). Effects of trans- and n-3 unsaturated fatty acids on cardiovascular risk markers in healthy males. An 8 weeks dietary intervention study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58(7), 1062–1070. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601934>
- Ferrer González, M. B. (2017). Textura y aceptación de salchichas cocidas utilizando un oleogel o manteca de semilla de calabaza como reemplazo de grasa. November, 50.
- Gao, Y., Lei, Y., Wu, Y., Liang, H., Li, J., Pei, Y., Li, Y., Li, B., Luo, X., & Liu, S. (2021). Beeswax: A potential self-emulsifying agent for the construction of thermal-sensitive food W/O emulsion. *Food Chemistry*, 349(January), 129203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129203>
- Gobierno de México. (2021). Etiquetado: la importancia de lo que comemos. Seguridad Alimentaria Mexicana. <https://www.gob.mx/segalmex/es/articulos/etiquetado-la-importancia-de-lo-que-comemos?idiom=es>
- Gravelle, A. J., & Marangoni, A. G. (2018). Ethylcellulose Oleogels: Structure, Functionality, and Food Applications. In *Advances in Food and Nutrition Research* (1st ed., Vol. 84). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2018.01.002>
- INEGI. (2022). Cifras de Mortalidad en México. <https://www.inegi.org.mx/>
- NMX-F-065-1984, ALIMENTOS. - SALCHICHAS. - ESPECIFICACIONES, Pub. L. No. NMX-F-065-1984 (1984).

- NMX-F-065. (1978). Determinación de cenizas en alimentos. foodstuff determination of ashes. normas mexicanas. dirección general de normas. NMX-F-066-S-1978, 1–18.
- NMX-F-065. (1984). Salchichas, especificaciones. <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/1984/nmx-f-065-1984.pdf>
- NMX-F-089-S-1978. (1978). Determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet) en Alimentos. Norma Técnica Mexicana, 3–6. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-038-2002.PDF>
- NMX-F-83-1986. (1986). Determinación de humedad en productos alimenticios. Dirección General de Normas, 3–6. [t.ly/nUNC](http://t.ly/nUNC)
- Ramírez-Vélez, R. (2011). La lipemia pos-prandial induce disfunción endotelial y mayor grado de resistencia a la insulina en sujetos sanos. *Endocrinología y Nutrición*, 58(10), 529–535. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2011.07.009>
- Stortz, T. A., Zetzi, A. K., Barbut, S., Cattaruzza, A., & Marangoni, A. G. (2012). Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional profiles. *Lipid Technology*, 24(7), 151–154. <https://doi.org/10.1002/lite.201200205>
- Suárez, C. A. (2020). La industria de las carnes frías en México. Consejo Mexicano de La Carne. <https://comecarne.org/la-industria-de-las-carnes-frias-en-mexico/>
- Torrejón, C., & Uauy, R. (2011). Quality of fat intake, atherosclerosis and coronary disease: Effects of saturated and trans fatty acids. *Revista Medica de Chile*, 139(7), 924–931. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872011000700016>
- Wolfer, T. L., Acevedo, N. C., Prusa, K. J., Sebranek, J. G., & Tarté, R. (2018). Replacement of pork fat in frankfurter-type sausages by soybean oil oleogels structured with rice bran wax. *Meat Science*, 145(July), 352–362. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.012>
- Wright, A. J., & Marangoni, A. G. (2011). Vegetable Oil-based Ricinelaic Acid Organogels-Phase Behavior, Microstructure, and Rheology. In *Edible Oleogels: Structure and Health Implications (Second Edition)*. AOCS Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-9830791-1-8.50007-3>



**RAMSES**

RED ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA  
DE SOLUCIONES SUSTENTABLES

**DIFUSIÓN DE LA  
CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA**



# CICAB

**II** CONGRESO INTERNACIONAL  
EN CIENCIAS ALIMENTARIAS  
Y BIOTECNOLOGÍA



## MEMORIAS





# CICAB

**II** CONGRESO INTERNACIONAL  
EN CIENCIAS ALIMENTARIAS  
Y BIOTECNOLOGÍA

15 - 17  
NOVIEMBRE  
2023



## COMITÉ ORGANIZADOR

### **Presidente**

Dr. José Luis Cárdenas López

### **Vicepresidente**

(A) Dra. Oliviert Martínez Cruz  
(B) Dra. Carmen María López Saiz

### **Secretario**

Dr. Armando Burgos Hernández

### **Vocal de Finanzas**

M.C Verónica Patricia Buelna  
Mendívil

### **Vocal de Organización**

M. en C. Norma Violeta Parra  
Vergara  
Dra. Betzabé Ebenhezer López  
Corona  
Dra. María Irene Silvas García  
Dra. Nydia Estrellita Buitimea Cantúa

### **Vocal de Difusión**

Dra. Guadalupe Miroslava Suárez  
Jiménez  
Dra. Yaeel Isbeth Cornejo Ramírez

### **Vocal de Diseño, Edición y Publicaciones**

Dra. Beatriz Montaña Leyva  
Lic. Alberto Olguín Moreno  
Dr. Jesús Enrique Gerardo  
Rodríguez

### **Vocal de Expo-Alimentaria**

Dra. Ariadna Thalía Bernal Mercado  
Dr. Francisco Rodríguez Félix  
Dr. Rey David Iturralde García

### **Vocal de Comunicación**

Dra. Ofelia Rouzaud Sáñez  
Dra. Ana Irene Ledesma Osuna

### **Vocal de Eventos Sociales y Culturales**

Dr. Jesús Enrique Chan Higuera  
Dr. José Rogelio Ramos Enríquez  
Dra. Ana Karenth López Meneses  
Dra. Mariela Menchaca Armenta

### **Vocal de Cursos Precongreso**

Dra. Lizette Del Toro Sánchez  
Dra. Reyna Luz Vidal Quintanar  
Dr. Saúl Ruiz Cruz

### **Vocal de Organización de Carteles**

Dr. Alonso Alexis López Zavala

### **Vocal de Organización del Concurso Estudiantil**

Dra. Emma Carina Rosas Burgos

### **Apoyo a comisiones**

Dra. Maribel Plascencia Jatomea  
Dr. Ramón Francisco Dórame  
Miranda



# CICAB

**II** CONGRESO INTERNACIONAL  
EN CIENCIAS ALIMENTARIAS  
Y BIOTECNOLOGÍA

15 - 17  
NOVIEMBRE  
2023



## COMITÉ CIENTÍFICO

**Dr. Alex Salazar Medina**  
Universidad de Sonora

**Dr. Francisco Rodríguez Félix**  
Universidad de Sonora

**Dr. Alonso Alexis López Zavala**  
Universidad de Sonora

**Dr. Mario Onofre Cortez Rocha**  
Universidad de Sonora

**Dr. Ana María Calderón De La Barca**  
Centro de Investigación en  
Alimentación y Desarrollo (CIAD)

**Dr. Saul Ruiz Cruz**  
Universidad de Sonora

**Dr. Ángel Antonio Carbonell Barrachina**  
Universidad Miguel Hernández de  
Elche, Alicante, España

**Dr. Wilfrido Torres Arreola**  
Universidad de Sonora

**Dra. Adriana Muhlia Almazán**  
Centro de Investigación en  
Alimentación y Desarrollo (CIAD)

**Dr. Chrystian Mariana Rodríguez Armenta**  
Universidad de Sonora

**Dra. Ariadna Thalía Bernal Mercado**  
Universidad de Sonora

**Dr. David Armando Encinas Basurto**  
Universidad de Sonora campus  
Navjoa

**Dra. Beatriz Montaña Leyva**  
Universidad de Sonora

**Dr. Diego Hernández Martínez**  
Universidad de Sonora

**Dra. Carmen Lizette Del Toro Sánchez**  
Universidad de Sonora

**Dra. Elisa Valenzuela Soto**  
Centro de Investigación en  
Alimentación y Desarrollo (CIAD)

**Dra. Gloria Yepiz Plascencia**  
Centro de Investigación en  
Alimentación y Desarrollo (CIAD)

**Dr. Enrique de la Re Vega**  
Universidad de Sonora

**Dra. Guadalupe Miroslava Suárez Jiménez**  
Universidad de Sonora

**Dr. Enrique Márquez Ríos**  
Universidad de Sonora

**Dra. Miriam Araceli Anaya Loyola**  
Universidad Autónoma de Querétaro

**Dr. Francisco Javier Cinco Moroyoqui**  
Universidad de Sonora

**Dra. Yaeel Isbeth Cornejo Ramírez**  
Universidad de Sonora



# CICAB

# II

 CONGRESO INTERNACIONAL  
EN CIENCIAS ALIMENTARIAS  
Y BIOTECNOLOGÍA

15 - 17  
NOVIEMBRE  
2023



## DELEGADOS

**Dr. Ángel Antonio Carbonell  
Barrachina**  
Universidad Miguel Hernández de  
Elche  
Alicante, España

**Dr. Eduardo Garrido Ramírez**  
Universidad Tecnológica de la Selva  
Chiapas

**Dr. Jorge Milán Carrillo**  
Universidad Autónoma de Sinaloa  
Sinaloa

**Dr. Luis Alberto Cira Chávez**  
Instituto Tecnológico de Sonora  
Sonora

**Dr. Miguel Ángel Robles García**  
Universidad de Guadalajara  
Jalisco

**Dr. Octavio Cota Arriola**  
Universidad Estatal de Sonora  
Sonora

**Dr. Ramsés Ramón González  
Estrada**  
Instituto Tecnológico de Tepic  
Nayarit

**Dra. Analia Fernández Giménez**  
Universidad Nacional de Mar del  
Plata  
Argentina

**Dra. Claudia Martínez Alonso**  
Universidad Autónoma de Guerrero  
Guerrero

**Dra. Crisalejandra Rivera Pérez**  
Centro de Investigaciones Biológicas  
del Noroeste  
Baja California Sur

**Dra. Deborah Murowaniecki Otero**  
Universidade Federal de Bahia  
Brasil

**Dra. Idalia Osuna Ruiz**  
Universidad Politécnica de Sinaloa  
Sinaloa

**Dra. Juliana Morales Castro**  
Instituto Tecnológico de Durango  
Durango

**Dra. María Antonia Flores Córdova**  
Universidad Autónoma de  
Chihuahua  
Chihuahua

**Dra. Miriam Aracely Anaya Loyola**  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Querétaro

**M.C. Bertha Leal Rubio**  
Universidad Autónoma de Occidente  
Sinaloa

**M.C. Tania Lizbeth Higuera  
Cárdenas**  
Universidad Autónoma de Occidente  
Sinaloa



## PRESENTACIÓN

Este evento es organizado por el Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos de la Universidad de Sonora, en Hermosillo, Son. del 13 al 17 de Noviembre del 2023 y que ofrece una excelente oportunidad de vinculación entre el sector académico y productivo.

Este congreso (antes Congreso del Noroeste), que se ha consolidado a lo largo de 28 años y que ha trascendido más allá del noroeste del país, tiene como objetivo propiciar el intercambio de conocimientos científicos y experiencias generadas por los investigadores de diversas instituciones del país y del extranjero. Para cumplir con ello, el Comité Organizador ha preparado un programa que incluye:

- Cursos pre-congreso.
- Conferencias magistrales.
- Conferencias en modalidad cartel y oral.
- Eventos culturales y sociales.

Durante este evento se presentaron trabajos de investigación de diversas Instituciones Educativas e importantes de Centros de Investigación Pública de México y el extranjero sobre:

- Biotecnología.
- Cereales, leguminosas y oleaginosas.
- Productos cárnicos y lácteos.
- Nutrición, productos nutraceuticos y funcionales.
- Productos acuícolas.
- Microbiología y toxicología.



Así, el comité organizador exhorta a que los profesores y/o investigadores asistan al congreso en sus próximas ediciones con un espíritu académico, para que con sus comentarios permitan que tanto sus alumnos como los de otros tutores, aprendan y generen habilidades de juicio y conocimiento sobre el quehacer científico.

## PATROCINADORES

Agradecemos a nuestros patrocinadores en esta edición del Congreso Internacional en Ciencias Alimentarias y Biotecnología.



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



**H. AYUNTAMIENTO DE  
HERMOSILLO**



GOBIERNO  
DE **SONORA**

SECRETARÍA DE  
**TURISMO**



**COSAPRO S.A. de C.V.**



### JUEVES 16 DE NOVIEMBRE DE 2023

Clave	Ponente	Título	Página
BT-001	Samantha Ochoa Sandoval	Proceso secuencial por FES / extrusión en frijol sobre propiedades antioxidantes y antidiabéticas	9
BT-002	Magly García Ramírez	Efecto de la concentración de macronutrientes sobre la cinética de crecimiento de las microalgas <i>Scenedesmus sp</i>	10
BT-003	Magly García Ramírez	Evaluación de la capacidad de remoción de compuestos nitrogenados de la microalga <i>Scenedesmus sp.</i> durante su crecimiento	11
BT-004	Sara Madai Chavarría Fernández	Evaluación de la actividad anticancerígena de nanopartículas de óxido de hierro funcionalizadas con extracto de ajo ( <i>Allium sativum</i> )	12
BT-005	Orlando Sebastian Solis Quiroz	Caracterización de un fotobiorreactor de columna de burbujas para producir biomasa de microalgas a partir de residuos agroindustriales del sureste de Coahuila	13
BT-006	Sandra Pérez Álvarez	Metodología de micropropagación <i>in vitro</i> del huizache	14
BT-007	Perla Rosa Fitch Vargas	Películas comestibles de almidón acetilado reforzadas con microcristales de celulosa extraídos de alga padina ( <i>Padina durvillaei</i> )	15
BT-008	Idalia Osuna Ruiz	Extracción y caracterización de proteasas intestinales de pargo lunarejo <i>Lutjanus guttatus</i>	16
BT-009	Juan Antonio Noriega Rodríguez	Optimización de la producción de lípidos estructurados con AGPI n-3 por esterificación enzimática en un reactor de lecho empacado	17
BT-010	Juan Antonio Noriega Rodríguez	Optimización por superficie de respuesta de la hidrólisis enzimática de fosfatidilcolina	18
BT-011	Maricruz Rangel Galván	Estudio <i>In Silico</i> del nutraceutico pelargonidina-3-O-rutinósido en interacción con la enzima ornitina descarboxilasa	19
BT-012	Miguel Ángel Hernández- Carapia	Perfil fisicoquímico y volátil de cervezas elaboradas con maltas de maíz blanco, azul y rojo	20
BT-013	Pedro Osuna-Ávila	La regeneración de plantas del pasto navajita vía embriogénesis somática en el Desierto Chihuahuense	21
FH-001	Jaison Martínez Saldarriaga	Marco metodológico para el apoyo de la investigación en bioprospección: un estudio de caso sobre los subproductos del cultivo de zanahoria ( <i>Daucus carota L.</i> )	22
FH-002	Mónica Hernández López	Evaluación de desinfectantes comerciales para prolongar la vida postcosecha del jitomate saladette	23
PA-001	Javiera Hellen Arteaga Araya	Efecto de los campos eléctricos pulsados (PEF) en el secado de Abalón chileno "Loco" ( <i>Concholepas concholepas</i> ) por microondas al vacío y liofilización: parámetros de calidad y digestibilidad <i>in vitro</i>	24
PCL-001	Fátima Edith López Cepeda	Orégano nanoparticulado en la vida de anaquel del queso panela	25
PCL-002	Elizabeth del Carmen Varela Santos	Efecto de oleogeles (cera de arroz) sobre las características texturales de salchicha tipo Frankfurt	26



MT-001	Isaac Alonso Gutierrez Flores	Evaluación de la formación de acroleína en aceites de freído	27
MT-002	Yoandris Castellanos Girones	Distribución de los sistemas de secreción en <i>Vibrio parahaemolyticus</i> mediante análisis bioinformático	28
MT-003	José Andrés Medrano Félix	Resistencia antimicrobiana en serotipos de <i>Salmonella</i> aislada de sedimentos de río	29



### PCL-002 **Efecto de oleogeles (cera de arroz) sobre las características texturales de salchicha tipo Frankfurt**

Varela-Santos EC<sup>1</sup>, Chávez- Alfaro OM<sup>1</sup>, Bustos-Ramírez K<sup>1</sup>, Vargas-García KA<sup>1</sup>, Avendaño-Vásquez G<sup>2</sup> y Barreda-Huerta F<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Posgrado e Investigación TecNM/ITS de Tierra Blanca, Av. Veracruz S/N. Tierra Blanca, Veracruz, 95180. México.

<sup>2</sup>Departamento de Posgrado e Investigación Estancia Posdoctoral CONACYT-TecNM/ ITS de Tierra Blanca. Av. Veracruz S/N. Tierra Blanca, Veracruz, 95180. México.

<sup>3</sup>Departamento de Procesos Alimentarios Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. Av. Universidad No.350. Cuitláhuac., Veracruz, 94910. México.

### RESUMEN

Los embutidos son los alimentos mayormente consumidos a nivel nacional, del total el 50% corresponde a salchichas. Al tratarse de una emulsión cárnica, uno de sus componentes principales es la grasa saturada, misma que puede desencadenar enfermedades cardiovasculares. El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de oleo geles como sustituto de grasas saturadas en la formulación de salchichas tipo Frankfurt durante 21 días de almacenamiento. Fueron formuladas salchichas con el 100% de oleo gel de cera de arroz (4%) y aceite de soya, en sustitución de la grasa saturada, así como un grupo control con el 100% de grasa saturada. Las muestras fueron caracterizadas fisicoquímicamente, así como por perfil textural (APT) en los días 1 y 21 después de su elaboración. Las salchichas formuladas resultaron tener menor humedad que la salchicha control ( $56.41 \pm 0.07\%$  y  $66.06 \pm 0.07\%$  respectivamente), esto debido a la mayor retención de agua impartida por la grasa saturada, además el extracto etéreo de las salchichas formuladas fueron mayores ( $47.17 \pm 0.3\%$ ) que el control ( $45.57 \pm 0.06\%$ ), esto debido a la disponibilidad del aceite en el alimento. El APT evidenció que la muestra que opuso mayor resistencia al corte fue la elaborada con una sustitución de 100% de oleo gel de soya ( $716.23 \pm 95.40g_f$ ), siendo el control quien evidencio una textura más suave ( $288.37 \pm 46.97g_f$ ). Para los parámetros de cohesividad, elasticidad y adhesividad no se mostraron diferencias significativas entre las formulaciones y en ninguna de las formulaciones existió diferencia significativa tras el almacenamiento, lo cual sugiere que la emulsión cárnica no sufre una maduración o reestructuración ni por la temperatura ni por el tiempo de almacenamiento. Así mismo, la formulación que contenía el 100% oleo gel de soya mostró parámetros similares a los obtenidos por el control formulado con grasa animal lo cual apuntaría al uso potencial de estos materiales en la industria cárnica.

Ponente: Elizabeth del Carmen Varela-Santos

Correo electrónico: e.varela@itstb.edu.mx

Colaboradores: Chávez-Alfaro OM, Bustos-Ramírez K, Vargas-García KA, Avendaño-Vásquez G y Barreda-Huerta F

NOMBRE DEL TRABAJO

**Karina Bustos\_ITSTB\_OMCA.pdf**

AUTOR

**Karina Bustos**

RECUENTO DE PALABRAS

**16125 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**84144 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**63 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**1.4MB**

FECHA DE ENTREGA

**Mar 1, 2024 3:36 PM CST**

FECHA DEL INFORME

**Mar 1, 2024 3:37 PM CST****● 23% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 21% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref