

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS  
INSTITUTO DE BIOCOMBUSTIBLES, ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y  
RENOVABLES -IBEAR  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS  
AGROINDUSTRIALES**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
*ESPECIALISTA EN TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES***

***TEMA:***

**EVALUACIÓN DE UN PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE GRASAS DE POLLO  
EN MATERIA PRIMA ÓPTIMA PARA LA INCORPORACIÓN EN PROCESOS  
INDUSTRIALES**

**AUTORES: DIANA ANGARITA ARIAS, QUÍMICA  
HEIDY MILENA HERRERA DÁVILA, MICROBIÓLOGA**

**DIRECTOR: Dr. Eliseo Amado González**

**DIRECTOR DEL PROGRAMA: Dr. Eliseo Amado González**

**PAMPLONA N. S. COLOMBIA  
Junio de 2008**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
INSTITUTO DE BIOCOMBUSTIBLES, ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y  
RENOVABLES -IBEAR  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS  
AGROINDUSTRIALES**

**TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES**

**TÍTULO  
EVALUACIÓN DE UN PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE GRASAS DE POLLO EN  
MATERIA PRIMA ÓPTIMA PARA LA INCORPORACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES**

**FECHA DE INICIO DEL TRABAJO: Enero de 2008**

**FECHA DE TERMINACIÓN DEL TRABAJO: Mayo de 2008**

**AUTORES: DIANA ANGARITA ARIAS, QUÍMICA  
HEIDY MILENA HERRERA DÁVILA, MICROBIÓLOGA**

**DIRECTOR: Dr. Eliseo Amado González**

---

**OPONENTE: \_\_\_\_\_**

**DIRECTOR DEL PROGRAMA: Dr. Eliseo Amado González**

---

**JURADO CALIFICADOR:**

⇒ **Presidente: \_\_\_\_\_**

⇒ **Oponente: \_\_\_\_\_**

⇒ **Secretario: \_\_\_\_\_**

**PAMPLONA COLOMBIA  
Junio de 2008**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres, Lidia y Luis Antonio y a mi hermano, Armando por llenar de amor mi vida, por su apoyo incondicional y por todos aquellos sacrificios que han hecho a lo largo de mi existir, gracias a todos ellos he llegado a donde estoy y por ustedes seguiré creciendo porque mis triunfos son suyos.*

*A Christopher Daniel, mi sobrino, mi bebé, porque cada vez que lo veo me llena de esperanza y de ganas de luchar por mis sueños, de conseguirlos por él y para él.*

*A mis ahijados, por darme valor para vencer las adversidades, porque es su existir una razón más para ser cada día mejor.*

*A mis grandes amigos Rocío, Ronald y Melba por su apoyo a pesar de la distancia, por seguir compartiendo sus sueños conmigo y por seguir alentando los míos.*

*A Sandra, una gran amiga, han sido sus sabias palabras las que me han incentivado a continuar en la consecución de mis metas.*

*A aquella persona que con su sonrisa alegro los momentos que compartió conmigo, que derrumbó ciertas barreras, me hizo pensar que ciertas cosas son posibles y que tal vez algunos sentimientos pueden existir o acercarse a la concepción que tengo de ellos.*

*Y a todas aquellas personas que con una palabra, un gesto o su silencio, levantaron mi ánimo y me ayudaron en los momentos difíciles.*

*Diana*

## **DEDICATORIA**

*A Dios por irradiarme de sabiduría y guiarme por el sendero del éxito y permitirme saborear este triunfo.*

*Para ti Malfi Judith Dávila García Mi madre que en todo momento me dio el estímulo, confianza y el apoyo en una palabra de aliento; por los sacrificio que ha tenido que hacer y por ser ese combustible que hace que logre lo imposible.*

*A mis hermanos que ha a pesar de la distancia se que vislumbran con mi éxito.*

*A ese hombre que se gano mi corazón Eris Enrique Maestre Álvarez que me ofreció su apoyo y ayuda sin conocer el camino que queríamos recorrer.*

*A mi Amiga Rosiris Perpiñan, compañera de alegrías y cómplice de mis penas que a pesar que no pudo emprender conmigo esta etapa que hoy culminó con satisfacción, sigue Compartiendo sus anhelos y metas conmigo y por seguir alentando los míos*

*A todas aquellas personas que me dieron una voz de aliento y me regalaron una sonrisa cuando decidí emprender este camino.*

*Heidy*

## AGRADECIMIENTOS

A la **DISTRIBUIDORA AVÍCOLA S.A** por permitir el desarrollo de esta investigación a través del convenio N° 192 DISTRAVES-UNIPAMPLONA y por su aporte económico haciendo posible el logro de esta meta.

A la **UNIVERSIDAD DE PAMPLONA** por participar en el convenio N° 192 DISTRAVES-UNIPAMPLONA y cooperar libremente apoyándonos con el préstamo de sus instalaciones locativas, materiales y equipos necesarios para desarrollar esta investigación.

Al Doctor **ELISEO AMADO GONZÁLEZ** por su valiosa colaboración, por guiar nuestros pasos durante la ejecución de este trabajo y por aportarnos los conocimientos precisos para su mejora continua.

A la Profesora **NOHORA YAKELIN GRANADOS** por su apoyo y aportes durante la culminación de esta investigación.

A la **FAMILIA JAVA** y en especial a **OLGA LUCIA LEMUS** por su apoyo incondicional, confianza y amabilidad y por brindarme la oportunidad de trabajar con ellos en el momento más oportuno y permitirme equilibrar el trabajo con mis estudios y la ejecución de esta investigación.

A todas aquellas **personas, profesores, compañeros y amigos**, que de una u otra forma siempre estuvieron ahí acompañándonos.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
OBJETIVOS	18
1. ANTECEDENTES	19
2. MARCO TEÓRICO	22
2.1 GRASA ANIMAL	22
2.2 EL POLLO	23
2.2.1 Aporte calórico del pollo	25
2.2.2 Grasa de pollo	26
2.2.2.1 Características de la grasa de pollo	29
2.3 PROCESO DE RECICLAJE DE LA GRASA	30
2.3.1 Efectos del proceso de reciclaje	32
2.4 ESTERILIZACIÓN	34
2.4.1 Efectos de la esterilización	36
2.4.2 El autoclave	37
2.5 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE GRASAS Y ACEITES	38
2.5.1 Parámetros fisicoquímicos	39
2.5.1.1 Humedad	39
2.5.1.2 Índice de acidez	40
2.5.1.3 Impurezas insolubles	40
2.5.1.4 Índice de yodo	41
2.5.1.5 Título	43
2.5.1.6 Color de la grasa	43
2.5.1.7 Estabilidad de la grasa y antioxidantes	44
2.5.1.8 Índice de saponificación	44
2.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN GRASAS Y ACEITES	46
2.6.1 Aerobios mesófilos	46
2.6.2 Detección de <i>Escherichia coli</i> y de coliformes	46

2.6.3 Detección de <i>Salmonella sp</i>	48
2.6.4 Detección de mohos y levaduras	49
2.7 HARINAS DE SUBPRODUCTOS AVÍCOLAS	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
3. METODOLOGÍA	58
3.1 FASE I. PRETRATAMIENTO DE LA GRASA AVÍCOLA	59
3.2 FASE II. CONTROL DE CALIDAD	59
3.2.1 Análisis fisicoquímicos	60
3.2.1.1 Determinación del porcentaje de humedad	60
3.2.1.2 Índice de saponificación	60
3.2.1.3 Índice de peróxido	61
3.2.1.4 Índice de yodo por el Método de Hanus	62
3.2.1.5 Índice de acidez	63
3.2.2 Análisis microbiológicos	64
3.2.2.1 Recuento de aerobios mesófilos	64
3.2.2.2 Recuento de mohos y levaduras	65
3.2.2.3 Recuento de coliformes totales en placa	66
3.2.2.4 Investigación de <i>Escherichia coli</i>	67
3.2.2.5 Investigación de <i>Salmonella sp</i>	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	70
4.1 FASE I. PRETRATAMIENTO DE LA GRASA AVÍCOLA	70
4.1.1 Balance de masa para la muestra I	70
4.1.2 Balance de energía para la muestra I	71
4.1.3 Balance de masa para la muestra II	74
4.1.4 Balance de energía para la muestra II	74
4.2 FASE II. CONTROL DE CALIDAD	75
4.2.1 Parámetros fisicoquímicos	75
4.2.2 Parámetros microbiológicos	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
5. CONCLUSIONES	83

<b>6. RECOMENDACIONES</b>	<b>84</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>85</b>
<b>8. ANEXOS</b>	<b>95</b>



## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Valores de energía de grasas comúnmente añadidas a alimentos de cerdos y aves.	<b>23</b>
<b>Tabla 2</b>	Producción mundial de carne.	<b>25</b>
<b>Tabla 3</b>	Valores nutricionales del pollo en comparación con otras carnes.	<b>26</b>
<b>Tabla 4</b>	Contribución de los diferentes sitios de deposición de grasa al peso vivo y a la grasa corporal total del pollo Broiler.	<b>27</b>
<b>Tabla 5</b>	Composición aproximada de la grasa de pollo.	<b>29</b>
<b>Tabla 6</b>	Volumen de piel de pollo producido anualmente en Colombia (Toneladas)	<b>29</b>
<b>Tabla 7</b>	Eficacia del sistema del proceso de reciclaje estadounidense en la destrucción de bacterias patógenas	<b>33</b>
<b>Tabla 8</b>	. Presiones y tiempos de esterilización en autoclave de vapor	<b>38</b>
<b>Tabla 9</b>	Características físico-químicas de grasas animales	<b>45</b>
<b>Tabla 10</b>	Comparación de parámetros fisicoquímicos estándar en aceite de oliva, maní y girasol	<b>46</b>
<b>Tabla 11</b>	Límites permisibles en análisis microbiológicos en grasa de pollo.	<b>50</b>
<b>Tabla 12</b>	Parámetros fisicoquímicos para la muestra I con un alto grado de descomposición suministrada el 10 de enero.	<b>75</b>
<b>Tabla 13</b>	Parámetros fisicoquímicos para la muestra II en estado fresco suministrada el 19 de febrero.	<b>76</b>
<b>Tabla 14</b>	Análisis microbiológicos para el aceite I y II	<b>80</b>
<b>Tabla 15</b>	Análisis microbiológicos para la grasa I y II	<b>81</b>
<b>Tabla 16</b>	Análisis microbiológicos para el aceite de pollo realizados por Distraves.	<b>81</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Balanza infrarroja empleada en las determinaciones de humedad de las muestras de aceite y grasa.	<b>60</b>
<b>Figura 2.</b>	Estabilidad del aceite obtenido a partir del tratamiento térmico a. Aceite obtenido y b. Separación de fases luego de 24 horas.	<b>72</b>
<b>Figura 3.</b>	Obtención por centrifugación de a. aceite y b. grasa.	<b>73</b>
<b>Figura 4.</b>	Muestra de grasa avícola fresca.	<b>73</b>
<b>Figura 5</b>	. Comparación de los parámetros fisicoquímicos % de humedad, densidad e índice de acidez para los aceites evaluados.	<b>77</b>
<b>Figura 6.</b>	Comparación de los parámetros fisicoquímicos índice de saponificación, de yodo y de peróxidos para los aceites evaluados.	<b>77</b>
<b>Figura 7.</b>	Comparación de los parámetros fisicoquímicos % de humedad, densidad e índice de acidez para las grasas evaluados.	<b>78</b>
<b>Figura 8.</b>	Comparación de los parámetros fisicoquímicos índice de saponificación, de yodo y de peróxidos para los aceites evaluados	<b>78</b>

## ÍNDICE DE ESQUEMAS

<b>Esquema 1.</b>	Proceso de producción básico de reciclaje.	<b>30</b>
<b>Esquema 2.</b>	Descripción metodológica empleada para la transformación de la grasa avícola.	<b>58</b>
<b>Esquema 3.</b>	Protocolo ISO 4833, 2003 para recuento de aerobios mesófilos.	<b>64</b>
<b>Esquema 4</b>	.Protocolo NF ISO 7954, 1988 para recuento de mohos y levaduras.	<b>65</b>
<b>Esquema 5.</b>	Protocolo NF ISO 4832, 1991 para recuento de coliformes totales en placa.	<b>66</b>
<b>Esquema 6.</b>	Protocolo para <i>E. coli</i> .	<b>67</b>
<b>Esquema 7.</b>	Protocolo NF EN ISO 6579, 2002 para <i>Salmonella sp.</i>	<b>68</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO A.</b>	Análisis de varianza para los diferentes tipos de aceite.	<b>96</b>
<b>ANEXO B.</b>	Análisis estadísticos con respecto al tiempo de esterilización.	<b>98</b>
<b>ANEXO C.</b>	Propuesta tipo COLCIENCIAS para: El diseño y evaluación técnica de una planta piloto para la transformación de grasa avícola en materia prima optima para la industria alimenticia	<b>100</b>

## **EVALUACIÓN DE UN PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE GRASAS DE POLLO EN MATERIA PRIMA ÓPTIMA PARA LA INCORPORACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES**

### **RESUMEN**

La grasa de pollo consiste de las grasas derivadas del 100% de las vísceras avícolas. Esta grasa es uno de los residuos que se genera en mayor proporción después del beneficio del pollo y su producción es continua durante todo el año, la cual no presenta alternativas de aprovechamiento, por el contrario, suele ser acumulada lo que representa un incremento en los costos de su conservación. Con el fin de darle valor agregado a la grasa de pollo se desarrolló un proceso para su transformación en materia prima óptima para incorporarla en la industria alimenticia. Se evaluaron dos tipos de muestras de grasa de pollo: la muestra I, se encontraba en estado de descomposición y la muestra II fresca, de cada una de las dos muestras se tomaron 10.000 g de grasa de pollo; las cuales fueron sometidas a un tratamiento térmico por 4 h a 94°C para eliminar el mayor porcentaje de humedad y luego se filtraron para separar el material sólido (proteína) del material líquido (aceite); obteniendo un rendimiento de 68.254 % para el aceite y 3.479 % para la proteína en cuanto a la muestra I y para la muestra II un rendimiento de 85.32 % para el aceite y 8.04 % para la proteína.

El aceite obtenido para cada una de las muestras fue dejado a temperatura ambiente para observar su estabilidad, presentándose una separación en dos fases aceite y grasa, por lo cual se procedió a centrifugar una muestra de 600 mL por 10 min a 2000 r.p.m. El aceite y la grasa obtenida de la centrifugación fue esterilizada en un autoclave a 121°C por 30 y 45 min; con el fin de eliminar posibles microorganismos presentes y evaluar cual de los tiempos era el más adecuado; permitiendo establecer que no existían diferencias altamente significativas en cuanto al tiempo de esterilización. La calidad del aceite y la grasa obtenida fue evaluada de acuerdo a análisis fisicoquímicos y

microbiológicos, evidenciando que todas las pruebas fisicoquímicas muestran concordancia con los reportados por la norma para aceites comestibles presentando algunas diferencias entre las dos muestras analizadas puesto que para la muestra I el índice de acidez fue mayor que el de la muestra II pero aun así sigue dentro de los límites establecidos. Con respecto al análisis microbiológicos todos los recuentos dieron negativos, demostrando que el tratamiento térmico por 4h a 94°C y la esterilización 121°C a 30 y 45 minutos resulta ser un método eficaz para la transformación de la grasa de pollo; los cuales a la vez garantizan la calidad y seguridad del aceite y la grasa obtenida para el consumo humano ya sea para aceite de fritura o en mezclas.

**Palabras claves:** grasa de pollo, transformación, aceite, grasa, pasteurización, calidad, industria alimenticia.

## INTRODUCCIÓN

La producción avícola mundial se ha incrementado a una tasa constante y relativamente rápida desde los años 60 siguiendo diferentes ritmos según las características propias del desempeño de la economía de cada país (Balcázar, Vargas y Orozco, 1998).

En Colombia la avicultura es uno de los sectores alimenticios más dinámicos, en los últimos veinte años la producción doméstica ha aumentado casi cuatro veces, mientras que el consumo per cápita de pollo y de huevo se ha triplicado según la FAO. Hoy en día, la avicultura representa la segunda fuente más grande de la proteína (40% del consumo total de carne y 10,5% del producto interno bruto agropecuario) (Observatorio Agro cadenas Colombia FENAVI 2002).

Después del sacrificio de los pollos, la avicultura colombiana procesa 31.838 toneladas de piel de pollo (FAO), que por falta de alternativas tecnológicas se convierten en residuos orgánicos altamente contaminantes con altos costos de almacenamiento. En consecuencia, se presenta una enorme limitante para la acreditación de las industrias avícolas en parámetros como BPM, ISO y HACCP, por no presentar alternativas de manejo y aprovechamiento de los subproductos.

La grasa y piel avícola que se produce en el proceso de beneficio del pollo, se convierte en un subproducto ideal para la transformación en un producto de óptima calidad como la alternativa más factible y rentable para su aprovechamiento permitiendo darle valor agregado a este residuo. De otra parte, se ha encontrado que la grasa de ave aporta bajo contenido de ácidos grasos saturados, altos de ácidos grasos monoinsaturados, que son los

recomendados en una dieta saludable, y una adecuada cantidad y relación entre ácidos grasos de las familias W6/W3 (Torresani, 1999)

La adecuada transformación de los residuos grasos avícolas podría permitir un aseguramiento de la calidad de los alimentos y protección de la salud humana y animal, mediante una tecnología eficiente, limpia y eficaz que garantice la bioseguridad. Además de los beneficios económicos y tributarios para la empresa que emprenda un programa de manejo de residuos sólidos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BALCÁZAR, A. V., VARGAS, A, y OROZCO, A. M. Del proteccionismo a la apertura. ¿El camino a la modernización agropecuaria? Centro de Estudios Agrícolas y ganaderos. En: <http://www.cega.Misión rural>. 1998; 106p.
- FAO. Departamento de desarrollo económico y social. 2007. evolución de la población mundial. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Disponible en URL: <http://www.fao.org/es/spanish/index.es.htm>.
- FAO Dirección de estadística. 2007. Análisis global de mercado. Carne y productos carnicol. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Disponible en URL: <http://www.fao.org/docrep/010/ah864e09.htm>.
- FAO Dirección de estadística. 2007. Principales productores de alimentos y productos agrícolas: carne de pollo. Organización las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Disponible en URL: <http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.html?lang=es&item=1094&year=2005>.
- FAO. Mercados Mundiales [http:// www.agocadenas.gov.co/inteligencia/int-pollo](http://www.agocadenas.gov.co/inteligencia/int-pollo)
- FEDERACIÓN NACIONAL DE AVICULTORES. La avicultura Colombiana. Resultados y expectativas 2001-2002. En: <http://www.fenavi.org.co>.
- FENAVI. Pollo estadísticas. En: <http://www.fenavi.org/mercapollo.htm>.1980
- LAMELAS, K. I, SCHANG, M. J, ASAD, A. Mitos y Verdades sobre la carne de pollo. Módulo 3. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGP y A Dirección de Ganadería). 2002. PRONAP: 87 – 92.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. La cadena de alimentos balanceados para animales (ABA) en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica. En: <http://www.agrocadenas.gov.co>.
- TORRESANI E., SOMOZA M.I. Lineamientos para el cuidado nutricional. Buenos Aires Argentina. 1999.: 513 – 529.

## **OBJETIVO GENERAL**

Dar valor agregado a la grasa avícola mediante su transformación en materia prima óptima para la incorporación en la industria alimenticia.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Emplear un proceso térmico para eliminar el porcentaje de humedad en la grasa avícola.
- Realizar la filtración de la grasa avícola.
- Evaluar la variable tiempo de exposición en el proceso de esterilización de la grasa avícola.
- Evaluar la calidad (parámetros fisicoquímicos y microbiológicos) del aceite y la grasa obtenida antes y después de la esterilización.
- Determinar basados en el control de calidad si la grasa avícola tratada puede ser reutilizada en la industria alimenticia.

## 1. ANTECEDENTES

La grasa de pollo (*Gallus domesticus*), se presenta líquida o semilíquida a la temperatura ambiente, pudiendo ser utilizada para mejorar la consistencia de cremas cosméticas. El comportamiento reológico es superior al del aceite de algodón y a la grasa porcina (Biodinc, 1976).

Grompone *et al.* (1994), encontraron que la grasa de pollo, al ser rica en ácidos palmítico y palmitoleico, favorece la posibilidad de su utilización en la fabricación de margarinas.

Viau and Gandemer (1991) en investigaciones con grasa de pollo, indican que las proporciones relativas de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados variaron, respectivamente, de 29 a 35%, de 47 a 57% y de 10 a 24%, de acuerdo con la grasa analizada. Los principales triacilgliceroles encontrados son: PO2, POL, LO2, O3 y P2O, donde P = ácido palmítico, O = ácido oleico y L = ácido linoleico. La baja cantidad de triacilgliceroles saturados (<3%) explica la baja concentración de grasa sólida a la temperatura ambiente (3-10% a 20°C). Los ácidos grasos encontrados en mayor cantidad en la grasa de pollo fueron el ácido palmítico y el ácido oleico.

De acuerdo con Lee and Foglia (2000), la grasa de pollo presenta cerca de 60% de ácidos grasos insaturados, es decir, altamente insaturada en comparación con el sebo bovino. Entre los ácidos grasos insaturados (AGI), los monoinsaturados (AGMI), tales como el ácido oleico, son considerados deseables en lo que atañe a la prevención de riesgos de enfermedades de la arteria coronaria. La grasa de pollo es considerada una fuente de AGMI, puesto que presenta concentraciones en torno de 45 a 50%, mientras que el sebo bovino presenta tan sólo de 30 a 40% de estos ácidos grasos. Según los mismos investigadores, los AGMI son conocidos como reductores de los niveles de colesterol en la sangre en cierto tipo de individuos que no presentan

alta cantidad de triacilglicerolos. Debido a la importancia de estos ácidos grasos en la dieta, se recomienda su ingestión en una cantidad equivalente a la mitad del total de calorías ingeridas en lo correspondiente a la fracción lipídica.

Chiu, *et al* (2002) en un estudio de las propiedades físicas y químicas de la grasa abdominal de pollo, encontraron que es estable a bajas temperaturas ( $<10^{\circ}\text{C}$ ). Sin embargo, presenta inconvenientes para el procesamiento industrial por su bajo punto de fusión ( $35^{\circ}\text{C}$ ), sugiriendo que es necesario utilizar un buen emulsificante para lograr estabilizarla.

También Collignan, *et al.*, 2005 efectuaron diversos estudios para el fraccionamiento de la grasa abdominal de pollo durante la transferencia de calor en este proceso, obteniendo un modelo del comportamiento de la oleína y estearina después de fraccionarla, comparándola después con otras obtenidas de aceites de palma, maíz y leche, estos autores encontraron al igual que Chiu, *et al.*, 2002 que este tipo de grasa posee un punto de fusión de alrededor de  $35^{\circ}\text{C}$  y que normalmente se encuentra en estado semisólido.

Estos estudios corroboran los efectuados por Crespo, 2005. En el cual se determino la influencia de diferentes tipos de dietas, edad, selección genética y sexo en pollos de carne que influenciaban los depósitos lipídicos de reserva como el abdominal y el de la molleja que fueron estudiados en este trabajo.

Dentro de algunos estudios realizados acerca del uso de la grasa de pollo en la elaboración de productos cárnicos para consumo humano se puede destacar los realizados por Califano *et al.*, 2006, quienes estudiaron una formulación de un producto cárnico de pasta fina tipo salchicha utilizando para ello dosis bajas de grasa de pollo como alternativa al uso de otros tipos de grasa (bovino, cerdo) y analizaron la estabilidad al tratamiento térmico ( $74^{\circ}\text{C}$ ), empaque al vacío, rendimiento, actividad acuosa ( $a_w$ ), color, pH, microbiología, almacenamiento a  $4^{\circ}\text{C}$  y cambios físicos a través de un perfil de textura (TPA),

todos estos análisis fueron hechos durante 50 días. Los resultados mostraron que las formulas ensayadas tuvieron buena aceptación sensorial, estabilidad y excelentes atributos de calidad independientemente del contenido de grasa adicionada.

En Colombia algunos estudios como la factibilidad de una planta de transformación de residuos sólidos procedentes de plantas de beneficio de aves, presenta alternativas para su uso a nivel industrial (Cristancho B, 2003) Igualmente, se ha propuesto la transformación de la grasa de pollos en chicharrones con un alto valor nutritivo y bajo costo. (Sánchez J y Romero D. 2003).

Tarazona W, 2006, estudió el aprovechamiento de la grasa de pollo en la producción de embutidos (salchichón el granjero y salchichón de pollo FRIKO), mediante el desarrollo de una pre-emulsión antes del proceso de fabricación.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 GRASA ANIMAL**

En este grupo se incluyen la mantequilla, mantecas diversas y aceites de animales marinos. Las grasas animales están compuestas por unión de glicerina y ácidos grasos saturados o insaturados de los cuales depende el estado físico de las grasas: si predominan los saturados el producto es sólido y se le llama grasa, mientras que si abundan los insaturados el producto será líquido y se llama aceite (López, 1986).

La grasa animal se obtiene de los tejidos de los mamíferos o de las aves en los procesos comerciales de reciclaje o extracción. Debe contener y se debe garantizar no menos del 2.5% de material insaponificable y no más del 1% de impurezas insolubles. También se debe garantizar el máximo de ácidos grasos libres (AGV) y humedad. Los productos que llevan la descripción del nombre del tipo o el origen de la especie deben corresponder si se refiere a ganado, cerdos o aves. Las grasas se deben identificar como sebo, si el título es de 40 o mayor, o grasa si están debajo de título 40.

La tabla 1 proporciona los valores energéticos para las grasas animales comúnmente usadas. Además de la contribución nutrimental, la adición de grasas a las dietas de animales contribuye al control del polvo, reduce las enfermedades respiratorias, a la limpieza de la planta de alimentos, comodidad del trabajador, mejora la palatabilidad del alimento, mejora la eficiencia del peletizado, aumenta la estabilidad de las vitaminas liposolubles y de otros nutrientes, mejora la vida del equipo de mezclado y manejo de los alimentos, etc. Además, la grasa animal es un ingrediente de un impacto positivo ecológico y ambientalmente hablando. Específicamente, «se está reciclando un ingrediente que es el resultado final de la experiencia de alimentar».

**Tabla 1.** Valores de energía de grasas comúnmente añadidas a alimentos de cerdos y aves. Calculados usando ecuaciones de Wiseman *et al.* 1991 para aves y Powles *et al.* 1995 para cerdos.

Fuente de Grasa	EM aves, Kcal/lb	EM cerdos, Kcal/lb
Grasa amarilla	3582	3663
Grasa avícola	3539	3641
Grasa blanca de primera	3424	3585
Grasa marrón	3332	3534
Sebo	3167	3452
Aceite de palma	3069	3401

De los tejidos animales en los que se puede encontrar porcentajes significativos de grasas se encuentra el pollo del cual se mencionara a continuación algunas de las características mas relevantes para poder entender los residuos que se generan depuse del sacrificio de los mismos.

## 2.2 EL POLLO

El pollo es un alimento idóneo para asegurar el correcto aporte proteico en la alimentación, sin incrementar excesivamente la ingestión de grasa, mucho más abundante en otras carnes y aves. Por otra parte, su moderado aporte calórico contribuye con facilidad a conseguir menús ligeros, sin excesos de energía. Por su papel nutricional. Además es un alimento que, a la virtud de su elevado contenido proteico, une las de su moderado aporte calórico y su bajo contenido graso. Por otra parte, este alimento además aporta significativas cantidades de vitaminas y minerales imprescindibles en una dieta sana.

Si se consume más de una ración de productos cárnicos al día (lo cual no es necesario si se consume Lácteos, cereales y legumbres), el pollo puede servir para equilibrar el menú. Así, si en la comida, por ejemplo, se toma lomo de

cerdo, con un 25% de grasa, se puede ingerir otra ración de proteína animal consumiendo pollo de bajo aporte graso y calórico. El tipo de cocinado y preparación culinaria influirá en el aporte graso y energético.

Entre 1990 y 2001 la producción mundial de carne de pollo aumento alrededor de 72%. Este notable crecimiento refleja no solo el constante incremento de la demanda sino también el éxito de la selección, la cría, el procesado posterior y la comercialización (Windohorst, 2003). Los productores han sido capaces de ofrecer un producto de alta calidad a un precio atractivo que sintoniza con la demanda de los consumidores. Los ritmos de crecimiento difieren notablemente entre continentes o subcontinentes y el mayor incremento relativo en la producción lo muestra Asia y Sudamérica. La UE perdió parte del mercado y otras regiones han sido capaces de aumentar su volumen de producción mucho más rápidamente

Para comprender la importancia actual de la avicultura en el mundo se presentan los datos de la tabla 2.

De acuerdo con la clasificación de la Organización de las naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) , la carne de ave abarca además de la de pollo, la de las gallinas de desvieje y la de otras especies avícolas, como el pavo , el ganso, la perdiz, el faisán, el avestruz, etc. La producción de carne de pollo es la carne de aves esta fuertemente correlacionada con el avance en la producción de carne de pollo (Guillin, 2002). La carne de pollo es la carne de mayor consumo, seguida de la pavo y pato y ha permanecido prácticamente sin cambio en los últimos cuarenta años. En relación con el consumo total de carne de ave, el broiler es aproximadamente el 85 en todo el mundo, 61 en Francia e Italia, 81 en los países bajos y el reino Unido y 90 en España (Castelló, 2002).



**Tabla 2:** Producción mundial de carne.

	<b>2005 (Millones t)</b>	<b>2006 (Millones t)</b>	<b>2007 (Millones t)</b>	<b>VARIACION 2007/2006</b>
CARNE DE BOVINO	64,6	66,2	66,6	0,50%
CARNE DE AVE	82,8	84	86,2	2,70%
CARNE DE CERDO	104	107,4	110,7	3,10%
CARNE DE OVINO	13,1	13,6	13,9	2,10%
PRODUCCION TOTAL DE CARNE	269,7	276,6	283	2,30%

Fuente: FAO Dirección de Estadística, 2007. "Datos estimados. "Predicciones para el presente año.

Los principales países productores de carne de pollo son EUA, China, Brasil, México y Tailandia (FAO Dirección de Estadística, 2007). La producción de carne de pollo se destina a satisfacer los mercados internos y las exportaciones están concentradas en unos pocos países. En la última década, Brasil ha quintuplicado sus exportaciones a Rusia y Arabia Saudita se abastece principalmente de Brasil y de Francia, siendo este último el principal país exportador de la UE. Los principales importadores son Hong Kong, Rusia, China, Japón y la UE (Windhorst, 2003).

### **2.2.1 Aporte calórico del pollo.**

La excesiva ingestión de calorías y la extensión del sobrepeso y la obesidad a capas de la población, cada vez más numerosas, hacen necesario mirar con especial consideración a todos aquellos alimentos que puedan contribuir a mitigar este problema. Cien gramos de muslo de pollo aportan tan sólo unas 110 Kilocalorías, cifra que se eleva solamente a 120 en la pechuga, que es un poquito más grasa. Si comparamos con las 255 Kcal. Contenidas en 100 gramos de lomo de añejo, o con las 250 de los 100 g. de las chuletas de cordero, nos daremos cuenta de que el pollo, aunque aporta la necesaria energía, es ideal para conseguir moderación calórica en nuestra alimentación.

**Tabla 3.** Valores nutricionales del pollo en comparación con otras carnes.

Valor nutritivo por 100 gramos:	Kcal gramos	Proteína gramos	grasa gramos	AGS gramos	AGMI gramos	AGPI gramos	I miligramos
Pollo sin piel	121	20,5	4,3	1,4	1,8	0,8	57
Pato sin piel	122	19,7	4,8	1,3	2,6	0,6	110
Chuleta de cerdo	329	15,9	29,5	10,9	11,9	4,4	72
Chuleta de cordero	386	14,7	35,3	18	14	1,4	78
Filete de vaca	197	18,9	13,5	5,2	5,9	0,5	90

### 2.2.2 Grasa de pollo

La grasa corporal del pollo constituye entre el 15 -20% del total del peso vivo. Ésta se distribuye en el organismo formando depósitos lipídicos bien diferenciados (como el abdominal, el de la molleja, el sartorial, el del cuello o el mesentérico) o bien, formando parte de otros tejidos (hígado, esqueleto, piel, plumas y resto de la carcasa). La contribución de cada uno de estos tejidos al contenido total de grasa corporal fue determinada por Cahaner *et al.*, (1986) y se muestra en la Tabla 4. Este mismo autor estudio los principales factores que intervienen en el metabolismo de las mismas y sus implicaciones en el procesamiento a nivel industrial.

El pollo tiene un contenido de grasa que oscila entre el 3% y el 4% según la pieza, lo cual lo convierte en una de las carnes menos grasas que podemos consumir. Este contenido puede disminuirse aún más retirando la piel, pues es en este tejido donde el ave concentra la mayor cantidad de lípidos. De este modo, la carne sin piel de esta ave se convierte en un alimento rico en proteínas y prácticamente sin grasa.

Por otra parte, la grasa del pollo también difiere en su composición de la de muchas otras carnes teniendo baja cantidad de ácidos grasos saturados, y un porcentaje elevado de grasa monoinsaturada y poliinsaturada, más saludable

desde el punto de vista cardiovascular. Así, a modo de ejemplo, lo que denominamos "índice de saturación de una grasa" (y que se corresponde con el cociente "Grasa Poliinsaturada + Grasa monoinsaturada / Grasa saturada" de ese producto), alcanza en el pollo la cifra de 2.3, una de las más elevadas entre los productos cárnicos y avícolas, lo cual indica que el pollo es más cardiosaludable que otras carnes al contener mayores cifras de grasas insaturadas.

La grasa de la carcasa del pollo constituye aquella contenida en los músculos, intestinos, riñones, pulmones, tejido conjuntivo y otros depósitos lipídicos, como se puede observar (Tabla 4), esta fracción constituye el 40% de la grasa total, seguida de la grasa contenida en los 5 depósitos lipídicos diseccionados (abdominal, molleja, sartorial, cuello y mesenterio) y la piel, que representan el 20% del total de la grasa presente en el pollo.

**Tabla 4.** Contribución de los diferentes sitios de deposición de grasa al peso vivo y a la grasa corporal total del pollo Broiler.

Tejido	Contribución al peso vivo (%)	Contribución a la grasa corporal total (%)
TA abdominal	1,67	-
TA de la molleja	0,52	-
TA sartorial	0,32	20
TA del cuello	0,7	-
TA mesentérico	0,25	-
Hígado	2,5	2,5
Plumas	4,5	2,5
Piel	6,5	18
Esqueleto	20	15
Resto de carcasa	50	40

Fuente: Nieves. 2005. TA: tejido adiposo.

La grasa abdominal se considera el depósito lipídico más importante del pollo, por sus implicaciones en el procesado industrial, por su magnitud y por su facilidad de identificación y aislamiento. Además, de estas características anatómicas, la grasa abdominal presenta una importante correlación con el resto de grasa corporal (Pfaff y Austic, 1976; Whitehead y Griffin, 1984) por lo que, los métodos de selección de líneas magras se basan principalmente en la reducción de este depósito.

Por otra parte, el valor nutritivo de la grasa retirada de la carne de pollo y de la grasa de pollo se relaciona en la Tabla 5, donde se puede destacar su gran aporte de ácidos grasos monoinsaturados, vitamina A, y aporte calórico. (FAO., 2001).

En esta evaluación se tendrá en cuenta la grasa de pollo para su transformación en materia prima optima, cuyo aportes principales son: ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos monoinsaturados (AGM), ácidos grasos poliinsaturados (AGP) y colesterol, que como se indicó son grasas acumuladas, a pesar de ello es relevante mencionar el aporte calórico que proporciona (900 Kcal.) si la comparamos con la grasa retirada de la carne de pollo (629 Kcal.).

Por otra parte, el valor nutritivo de la grasa retirada de la carne de pollo y de la grasa de pollo se relaciona en la Tabla 5, donde se puede destacar su gran aporte de ácidos grasos monoinsaturados, vitamina A, y aporte calórico. (FAO., 2001).

**Tabla 5.** Composición aproximada de la grasa de pollo.

	<b>Grasa retirada de la carne de pollo</b>	<b>Grasa de pollo</b>
% parte comestible	100%	100%
Kilocalorías	629	900
Agua (%)	28,9	0,2
Proteína (%)	3,7	0
Grasa Total (%)	68	99,8
A.G.S*	20,25	29,8
A.G.M**	30,3	40,47
A.G.P***	14,2	20,9
Colesterol (mg)	58	85
Carbohidratos	0	0
Vitamina A (ER)*	140	0

\*A.G.S: ácidos grasos saturados

\*\*A.G.M: ácidos grasos mono-insaturados

\*\*\*A.G.P: ácidos grasos poli-insaturados

\*ER: Equivalentes de retinol

Además, según Potter 1995 la grasa de pollo es menos insaturada que la de la carne roja (bovino), lo que supondría ciertas ventajas nutritivas. Durante los últimos cuatro años en Colombia se produjeron un promedio de 57530.20 toneladas de pollo de donde el 5% de este volumen es piel de pollo (ver tabla 6) a la cual en la actualidad no se le da un aprovechamiento ideal, generando problemas sanitarios y ambientales en las empresas productoras.

**Tabla 6.** Volumen de piel de pollo producido anualmente en Colombia (Toneladas)

<b>AÑO</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
<b>Total</b>				
<b>General (ton)</b>	26293.5	27639.7	29252.75	31878.05

### 2.2.2.1 Características de la grasa de pollo.

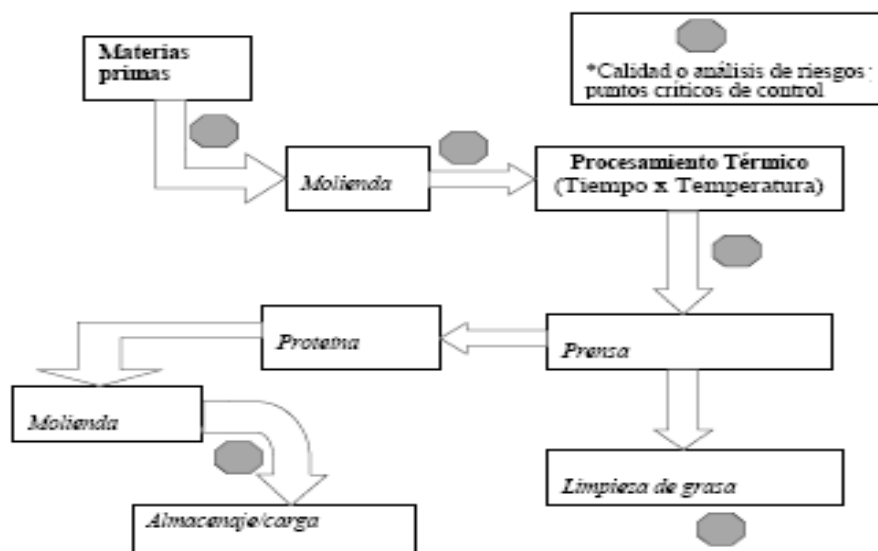
La grasa de pollo presenta un color amarillento y olor típico al mismo. Su contenido en ácido linoléico varía entre el 16 y el 25%, en función de la alimentación de las aves (Waldroup & England, 1995 citado por Mateos, 2002).

Por tanto, su valor energético es considerable y similar o superior al de la manteca (Golian & Maurice, 1992 citado por Mateos, 2002).

La piel de pollo en poco tiempo se pone húmeda y un poco pegajosa a la que se le adhieren fácilmente las bacterias. Además para rebajar grasa y colesterol conviene eliminar la piel al pollo. Quitarle la piel al pollo no reduce el colesterol pero si la grasa, ya que la piel contiene la mayor cantidad de grasa en el pollo. La razón por la que se desecha la piel es disminuir la cantidad de grasa total y saturada que se ingiere. Además con la edad, la piel de las aves se hace más granulada.

## 2.3 PROCESO DE RECICLAJE DE LA GRASA

La grasa avícola consiste de las grasas derivadas del 100% de las vísceras avícolas. Todos los procesos de reciclaje de grasas incluyen la aplicación de calor, extracción de la humedad y separación de la grasa. Los métodos que llevan a cabo lo anterior, son variados y se ilustran en la figura 1.



**Esquema 1.** Proceso de producción básico de reciclaje.

El tiempo y la temperatura en que se tiene que llevar a cabo este proceso de cocción son importantes y son los determinantes primarios de la calidad del producto terminado. Los procesos varían de acuerdo con la composición de la materia prima. La harina de carne y hueso (harina de carne), harina de carne de aves, harina de pluma hidrolizada, harina de sangre, harina de pescado y grasas animales son los productos primarios que resultan del proceso de reciclaje.

Todas las tecnologías de sistema del proceso de reciclaje incluyen la recolección y el transporte sanitario de la materia prima a una planta en donde se muele a un tamaño de partícula consistente, se transfiere a un recipiente de cocción ya sea de configuración continua o por cargas. La cocción generalmente se lleva a cabo con vapor a temperaturas de 118 a 143 °C (245° a 290° F) por 40 a 90 minutos, dependiendo del tipo de sistema.

Actualmente, la mayoría de los sistemas de proceso de reciclaje estadounidenses son unidades continuas. Sin importar el tipo de cocción, la grasa fundida se separa de los sólidos de proteína y hueso y se retira una porción de la humedad. De mayor importancia es que la cocción es similar al proceso de esterilización que sirve para inactivar microorganismos que incluyen bacterias, virus, protozoarios y parásitos.

La grasa se separa del material cocido por medio de una prensa de tornillo dentro del recipiente cerrado. Después de la cocción y la separación de la grasa, los «chicharrones» (cracklings o crax en inglés), los cuales contienen proteína, minerales y algo de grasa residual, se procesan aún más por medio del retiro de la humedad adicional, se muelen y se transfieren para almacenarse o despacharse. El almacenaje de la proteína se hace ya sea en silos o en instalaciones cerradas. La grasa se almacena y transporta en tanques.

Los procesos y la tecnología del reciclaje ha y sigue experimentado cambios importantes. Las plantas de reciclaje modernas están construidas para separar el manejo de materia prima de las áreas procesamiento y almacenaje. El control del proceso se realiza y monitorea a través de tecnología por computadora, para que los registros de tiempo y temperatura para los valores apropiados de muerte térmica para microorganismos específicos se logren consistentemente con la calidad nutritiva de los productos terminados. Las prácticas legislativas concernientes a los subproductos animales no son consistentes en todos los países. Incluso el proceso de reciclaje se interpreta y legisla de diferente manera en los diferentes países. Como ejemplo, un mandato de la Unión Europea requiere que la materia prima derivada de mamíferos sea procesada en condiciones de 133°C (271.4°F) y 3 bares de presión durante 20 minutos. Los procesos estadounidenses por lo general no incorporan el acondicionamiento con presión, excepto para las plumas u otros tejidos que contengan gran cantidad de queratina. Las condiciones de procesamiento que incorporan tratamientos a presión generalmente disminuyen el valor nutritivo de las harinas proteínicas resultantes (10 a 15%) con excepción de aquellos tejidos de alto contenido de queratina. Los procesos de reciclaje son consistentes en el tratamiento de tiempo y temperatura para la inactivación de organismos microbiológicos. Las temperaturas que exceden los requerimientos de tiempo de muerte térmica se correlacionan con valores nutritivos bajos, especialmente con respecto a la proteína y aminoácidos.

### **2.3.1 Efectos del proceso de reciclaje.**

El proceso de reciclaje proporciona un proceso térmico controlado de tiempo y temperatura, lo cual proporciona la inactivación de bacterias, virus, protozoarios y organismos parásitos. Esta ventaja no viene acompañada de otras alternativas para la eliminación de materia prima, tales como el entierro, producción de abono o relleno sanitario. Las investigaciones han demostrado que la materia prima derivada del procesamiento de animales para consumo



humano tiene una gran cantidad de microorganismos. La tabla 6 proporciona los datos que ilustran la alta incidencia y el contenido de microorganismos de origen alimentario en la materia prima de subproductos de origen animal. Además, la tabla proporciona los datos que demuestran la eficacia del proceso de reciclaje en la eliminación de este grupo de patógenos de origen alimentario.

**Tabla 7.** Eficacia del sistema del proceso de reciclaje estadounidense en la destrucción de bacterias patógenas

Patógeno	Materia prima*	Después del proceso*
<i>Clostridium perfringens</i>	71,40%	0%
Especies de <i>Listeria</i>	76,20%	0%
<i>L. monocytogenes</i>	8,30%	0%
Especies de <i>Campylobacter</i>	29,80%	0%
<i>C. jejuni</i>	20,00%	0%
Especies de <i>Salmonella</i>	84,50%	0%

Fuente: \*Trout *et al.* 2001. Muestras de 17 diferentes plantas de proceso de reciclaje tomadas en el invierno y verano.

\* Porcentajes del número de muestras encontradas positivas para el patógeno del total de muestras recolectadas.

La industria estadounidense del reciclaje de subproductos de origen animal reconoce su papel en el aseguramiento de la seguridad alimentaria y en la protección de la salud humana y animal. El proceso de reciclaje es un método eficaz de garantizar la bioseguridad.

El proceso de reciclaje convierte el tejido animal crudo en diversos productos de proteína, grasa y minerales, los cuales se desdoblan en sustratos ricos de tipo granular y grasas con componentes nutritivos específicos que no se parecen en absoluto a la materia prima original. Como un estimado muy amplio, la materia prima está más de 60% de agua y rinde aproximadamente 20% de proteína y 20% de grasa. Estas fracciones de proteínas, grasas y minerales se encuentran disponibles para una gran variedad de usos. Su uso

principal tradicionalmente ha sido como ingredientes de alimentos balanceados para ganado, aves, acuicultura y mascotas.

El volumen anual en los Estados Unidos es de aproximadamente 4,176,800 toneladas de proteínas derivadas de los animales y otro tanto de grasas recicladas. Aproximadamente, el 85% de esta producción se utiliza como materia prima de alimentos balanceados. La segunda mayor utilización es por parte de las industrias químicas, metalúrgicas, del hule y oleoquímicas. Se han identificado más de 3000 industrias modernas que usan las aplicaciones. La fabricación de jabones y productos de cuidado personal siguen siendo los usuarios más grandes de grasas animales, especialmente el sebo. Los usos más nuevos como los biocombustibles, se incrementan anualmente.

Las compañías de reciclaje en los Estados Unidos han adoptado voluntariamente los programas de control de proceso (parecidos a HACCP) como un componente importante de sus programas de bioseguridad y seguridad alimentaria. Los programas de control de proceso requieren de una evaluación de todo el proceso de reciclaje o de las operaciones de procesamiento de la grasa, identificación de riesgos potenciales, identificación de los puntos críticos en el proceso donde se puedan controlar el (los) riesgo(s) y desarrollar los procedimientos para controlar estos procesos, y asegurar la destrucción o eliminación del riesgo. Se pueden también incluir controles adicionales en varios puntos en el proceso para asegurar la calidad del o los productos terminados.

## **2.4 ESTERILIZACIÓN**

A finales del siglo XIX; Regnard en 1884 con su trabajo sobre la alteración microbiana de la leche y la carne y. Roger en 1885 en su estudio sobre la destrucción de ciertos microorganismos y Hite en 1890 trabajando con leche y productos basados en frutas, descubrieron la utilidad de las altas presiones en

la conservación de los alimentos (Cheret, 2005). Fue necesario que transcurriera un siglo para ver resurgir el uso de la presión en la industria alimenticia. Este repunte de la actividad hace ya una quincena de años ha suscitado una fuerte atención motivando una activa investigación y el desarrollo de muchas aplicaciones. La comercialización de productos esterilizados se inicio en el mercado japonés en 1990 con la introducción en el mercado de una mermelada de fresas de la marca Meid-Ya (Thakur & Nelson, 1998). En los años siguientes se diversificaron los productos esterilizados así como los equipos de tratamiento y actualmente se puede encontrar una gran variedad de productos a partir de frutas y legumbres, carnes, pescados y productos del mar.

Los principales obstáculos para el desarrollo de esta tecnología fueron las dificultades técnicas en la fabricación de equipos adaptados a la industria de los alimentos y los costos asociados con las unidades de alta presión. Sin embargo, los recientes progresos en el diseño de los equipos ha asegurado el reconocimiento potencial de esta tecnología para uso en alimentos a nivel mundial (Balci & Wibey, 1999).

La esterilización, es el proceso térmico realizado a líquidos (generalmente alimentos) con el objeto de reducir los agentes patógenos que puedan contener, tales como bacterias, protozoos, mohos y levaduras e incluidas las esporas, etc. Esterilización es un término absoluto que implica pérdida de la viabilidad o eliminación de todos los microorganismos contenidos en un objeto o sustancia, acondicionado de tal modo que impida su posterior contaminación.

Se trata de un término probabilístico, de modo que tras un adecuado proceso de esterilización, se debe llegar a una probabilidad de encontrar microorganismos igual o menor que una unidad contaminada en un millón de unidades sometidas a un proceso de esterilización.

Uno de los objetivos del tratamiento térmico es la esterilización parcial de los alimentos líquidos, alterando lo menos posible la estructura física, los componentes químicos y las propiedades organolépticas de estos. Tras la operación de la esterilización, los productos tratados se enfrían rápidamente y se sellan herméticamente con fines de seguridad alimentaria; por esta razón, es básico el conocimiento del mecanismo de la transferencia de calor en los alimentos. Existen varios métodos de esterilización entre ellos se tienen métodos químicos y métodos físicos; los primeros involucran el empleo de sustancias letales para los microorganismos, tales como el óxido de etileno y el etanol; mientras que los segundos son aquellos que involucran el empleo de, procedimientos físicos letales para los microorganismos; como el calor seco, calor húmedo o el empleo de radiaciones, entre los mas importantes (Stanier, R et al. 1996).

#### **2.4.1 Efectos de la Esterilización**

En general, los microorganismos resistentes a la temperatura, son también resistentes a la presión. Las bacterias Gram positivas son mas resistentes a la presión que las Gram negativas; *Listeria* y *Staphylococcus aureus* son mas resistentes que *Salmonella* y *Escherichia coli* y los cocos son mas resistentes que los bacilos (Patterson, 2005). Sin embargo, hay muchas excepciones a esas reglas; por ejemplo ciertas cepas de *E.coli* 0157:H7 suelen ser excepcionalmente resistentes a la presión, así como al calor, a los ácidos y al estrés oxidativo y osmótico (Benito *et al*, 1999). Otros estudios en patógenos como *Salmonella* han demostrado solo una débil o ninguna correlación entre la resistencia a la presión y otros tipos de estrés (Metrick, Hoover & Farkas, 1989; Sherry, Patterson & Madden, 2004).

Las esporas bacterianas puede ser extremadamente resistentes a la presión, así como a otros tratamientos físicos y pueden sobrevivir a mas de 1000 MPa (Smelt, 1998). Hay una variación importante entre las esporas de diferentes

especies y entre distintas cepas de una misma especie. Las esporas de *Clostridium Botulinum* son las mas resistentes, especialmente las del tipo B no proteolítico (Reddy *et al*, 1999).

Reddy *et al*, 2006, obtuvieron una reducción de 5 log<sub>10</sub> ufc/mL de esporas de *C. botulinum* tipo E después de procesar a 827 MPa y 40° C durante 10 min. Sin embargo, presiones relativamente bajas (200MPa) pueden desencadenar la germinación de esporas y se ha sugerido que las esporas podrían ser destruidas al aplicar la presión en dos etapas (Gould y Sale, 1970); (López *et al*, 2003), combinando el proceso con agentes bactericidas (Capella *et al* 2003), con altas temperaturas (Mayer, 2000) o bien con irradiación (Crawford *et al*, 1996).

Mohos y levaduras: Las levaduras no están asociadas generalmente con enfermedades causadas por alimentos, pero son importantes en el deterioro, especialmente de alimentos ácidos. Son relativamente sensibles a la presión, la mayor parte de hongos y levaduras se inactivan a 400 Mpa, así como las formas vegetativas, mientras que las ascosporas son mas resistentes (Butz *et al*, 1996); (Butz *et al*, 2004).

Una de las herramientas utilizadas para realizar destruir efectiva los microorganismos es el autoclave y a continuación se mencionara algunas de las características mas relevantes que tiene.

#### **2.4.2 El autoclave**

Una temperatura elevada con una alta humedad (vapor de agua) es uno los métodos mas eficaces de esterilización. La acción rápida del vapor depende en parte del gran calor latente del agua (540cal/kg). Los objetos fríos son asi rápidamente calentados por condensación del vapor sobre su superficie. El calor, en forma de vapor saturado a presión, es el agente esterilizante mas

eficaz. Este agente esterilizante se aplica en el autoclave de vapor. El agua, al calentarse produce vapor de agua; este vapor, al llegar a un cuerpo mas frío, se condensa y cede su calor latente de condensación. Esta condensación trae consigo una concentración de volumen, queda un espacio vacío que atrae más vapor saturado y comienza de nuevo al proceso anterior.

En el autoclave de vapor se genera vapor de agua puro y saturado, sin aire, que se utiliza para calentar los objetos a una presión superior a la atmosférica (sobrepresión), consiguiéndose así aumentar la temperatura por encima de los 100°C. Las temperaturas, presiones y tiempos de esterilización en autoclave de vapor, quedan reflejadas en la tabla 8.

**Tabla 8.** Presiones y tiempos de esterilización en autoclave de vapor.

Presión	Temperatura	Tiempo
0,5 atm	112°C	30 min
1 atm	121°C	20 min
2 atm	134°C	
3 atm	144°C	

## 2.5 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE GRASAS Y ACEITES

En la actualidad muchos laboratorios llevan a cabo algunas determinaciones por cromatografía de gases de los perfiles de ácidos grasos, por lo cual se han sustituido varios de los análisis tradicionales y pruebas de color, para la identificación de los aceites y las grasas.

También se requieren pruebas adicionales para detectar la presencia de antioxidantes y emulsificantes.

Las grasas y aceites crudos contienen algunas sustancias que hay que eliminar para conseguir buenas propiedades de elaboración (color, olor y sabor agradables) y conservación de los productos. Las grasas y aceites forman parte importante de la dieta de los seres humanos, son una fuente rica de energía en la dieta y contienen ciertos ácidos grasos que son nutrientes esenciales.

Sus características funcionales y de textura contribuyen al sabor y palatabilidad de diversos alimentos naturales y preparados.

**Objetivos:**

- Identificar atributos físicos y químicos.
- Detectar adulteraciones y falsificaciones
- Caracterizar calidad frente a NORMAS.

Los parámetros que se describen a continuación son los que se emplean con mayor frecuencia para examinar los aceites y las grasas frente a su identificación y calidad.

**2.5.1 Parámetros fisicoquímicos**

**2.5.1.1 Humedad:**

La humedad es perjudicial en las grasas, debido que acelera la corrosión del equipo de manejo de las grasas y puede incrementar la rancidez que resulta de la formación de óxido, el cual es un fuerte promotor de la rancidez. La humedad tampoco contribuye con energía, lubricación y otros beneficios al alimento, por lo que se debe mantener al mínimo. Los asentamientos de humedad hacen el muestreo exacto difícil de lograr.

### **2.5.1.2 Índice de acidez**

Presencia natural de la acidez libre en las grasas, es decir la suma de los ácidos grasos no combinados, resultado de la hidrólisis o descomposición lipolítica de algunos triglicéridos. (Hidrólisis enzimático, tratamiento químico, o acción bacteriana.)

El IA se define como el número de miligramos de KOH que se requieren para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en un gramo de grasa.

**Importancia.** La acidez de las sustancias grasas es muy variable. Generalmente las grasas frescas o recién preparadas no contienen ácidos grasos libres o si los contienen los tienen en muy pequeñas cantidades, al envejecer, especialmente si no han estado protegidos de la acción del aire y la luz su acidez crece lentamente al principio y con cierta rapidez después.

La acidez tiene importancia tanto para aceites comestibles como para los lubricantes, porque ni unos ni otros pueden contener ácidos grasos libres más allá de un límite dado. Se considera como impureza en las grasas.

La acidez puede expresarse en varias formas. Cuando se expresa como porcentaje, los cálculos se hacen generalmente bajo el supuesto de que el PM del ácido libre es igual al del oleico. Sin embargo no toda la acidez resultante de la hidrólisis es oleína, ni tampoco el PM medio de los ácidos grasos libres es equivalente al ácido oleico. Puede expresarse el % de acidez en el ácido graso que predomine en el aceite.

### **2.5.1.3 Impurezas insolubles:**

Por lo general, las impurezas consisten en pequeñas partículas de fibra, pelo, piel, hueso, tierra o polietileno. Estos son insolubles en éter de queroseno que pueden causar problemas de taponamiento en las mallas y en las boquillas que



manejan las grasas, contribuyendo a la acumulación de residuos en los tanques de almacenamiento de grasa.

#### **2.5.1.4 Índice de yodo:**

Medida de las insaturaciones presentes en los Ácidos Grasos que conforman un TRIGLICÉRIDO (dobles enlaces).

Los Ácidos Grasos no saturados son líquidos a temperatura ambiente. El IY está relacionado con el punto de fusión o dureza y densidad de la materia grasa.

Y se define como los gramos de halógeno calculados en yodo que pueden fijar bajo ciertas condiciones 100 gramos de grasa.

#### **Importancia:**

El IY es una propiedad química relacionada con la insaturación, con el Índice de Refracción y con la densidad: (a mayor Índice de yodo, mayor Índice de refracción y mayor densidad).

Los aceites comestibles contienen buena cantidad de ácidos grasos insaturados, dando IY relativamente altos.

Existe relación entre el grado de insaturación y el grado de enranciamiento, puesto que los glicéridos de ácidos grasos con 2 o 3 dobles enlaces son más sensibles a la oxidación.

#### **Una propiedad de los compuestos de C no saturados es su capacidad de adicionar halógenos**

La reactividad del halógeno determina hasta cierto punto la extensión a la que puede tener lugar una sustitución.

El uso del cloro no es muy satisfactorio debido a su gran reactividad. El orden de mayor reactividad de los halógenos es: ¿Cloro? ¿Bromo? Yodo. El Cl origina sustitución, el Br también sustituye aunque en menos grado.

La velocidad de adición del yodo a los dobles enlaces es muy lenta. Por estas razones se usan combinaciones de halógenos (ICl; IBr), compuestos interhalogénicos que se adicionan selectivamente a los dobles enlaces.

Como disolvente se usa el cloroformo que ha dado resultados más uniformes.

La hidrogenación de la grasa baja el Índice de yodo.

Su determinación es útil para caracterizar diferentes grasas, y para descubrir si están o no mezcladas.

Los aceites de pescado, sardina, bacalao, tienen IY muy elevados (pasan de 120).

Los aceites de oliva, almendras tienen IY inferiores a 100.

Los aceites de algodón, maíz tienen IY Intermedios, y las grasas vegetales generalmente tienen IY entre 30-60

Las grasa animales tienen IY. Inferiores a 90 y generalmente las grasas viejas y enranciadas tienen Índices de yodo inferiores a los de las grasas frescas.

La mezcla de halógenos (ICl) se prepara con 12 horas de anticipación (HgCl<sub>2</sub>-I<sub>2</sub>) Las sales de mercurio resultantes no tienen la finalidad de un reactivo de adición, pero algunas de ellas son útiles como catalizadores al activar la adición del halógeno a los enlaces no saturados.

Si en el proceso de determinación del Índice de yodo, pasado el tiempo de oscuridad la muestra está decolorada, debe repetirse el análisis disminuyendo la cantidad de muestra o aumentando los reactivos.

El KI tiene la finalidad de liberar el yodo que quedó como ICL (sin reaccionar), al agregarlo se debe lavar el tapón, el cuello y las paredes del frasco. Lo mismo se debe hacer con el agua a fin de arrastrar el I<sub>2</sub> que pueda quedar en las paredes.

El almidón que se emplea como indicador no se adiciona desde el principio, porque si hay mucho yodo se produce coagulación de la suspensión del almidón y descomposición de ésta.

Al titular con Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sin almidón, la solución pasa de café a amarillo y en este momento se adiciona el almidón, la solución se torna azul y se sigue la titulación hasta decoloración total.

#### **2.5.1.5 Título:**

Este valor se determina por medio de la fundición de los ácidos grasos después de que se ha hidrolizado una grasa. Los ácidos grasos se enfrían lentamente y la temperatura de congelación en grados centígrados es el título. Las grasas animales con un título de más de 40 se consideran como SEBO y con menos de 40 se consideran como GRASA. Muchos compradores erróneamente consideran estos términos con el significado de grasas de res o de cerdo.

#### **2.5.1.6 Color de la grasa:**

Las grasas varían en color de blanco puro o sebo de res refinado, pasando por el amarillo de la grasa y de la grasa avícola, hasta el color muy oscuro del *soapstock* acidulado. El color no afecta el valor nutritivo de la grasa pero puede ser de consideración para los alimentos para mascotas y otros productos orientados al consumidor. Con frecuencia, se usan dos escalas de color en las

grasas: FAC y Lovibond. Lovibond es mucho más exacto con las grasas de colores claros.

#### **2.5.1.7 Estabilidad de la grasa y antioxidantes:**

Para prevenir el desarrollo de la rancidez oxidativa, la cual puede destruir las vitaminas A, D y E y puede causar otros problemas en los alimentos, se recomiendan los antioxidantes para todas las grasas alimenticias. Se utilizan dos pruebas principales para medir la estabilidad de las grasas:

##### **Valor de peróxido:**

Esta prueba mide los meq de peróxido por kilogramo y revela el estado actual de la rancidez oxidativa. Un PV bajo (menos de 5.0 meq de peróxido/kg).

**Prueba de Método de Oxígeno Activo (AOM, por sus siglas en inglés), (estabilidad de 20 horas):** Es una medida del valor de peróxido después de 20 horas de burbujear aire en una muestra. Esta prueba está destinada a determinar la capacidad de la grasa de resistir la rancidez oxidativa en el almacenamiento.

#### **2.5.1.8 Índice de saponificación**

Se expresa en mg de KOH requeridos para saponificar 1 g de grasa (incluye a los ácidos grasos libres y los eterificados).

Esta importante reacción descompone las sustancias grasas cuando se las hierve con una solución de un hidróxido fuerte, como el de sodio o el de potasio.

El fenómeno es comparable a la hidrólisis pero, en lugar de quedar libres los ácidos, se convierten en las sales del metal del hidróxido empleado. Estas sales son los jabones.

Como los ácidos predominantes en las grasas son el palmítico, el esteárico y el oleico, se formarían mezclas de palmitatos, estearatos y oleatos de sodio o de potasio, que son los que componen la mayor parte de los jabones. Las reacciones de saponificación no son reversibles.

**Tabla 9.** Características fisicoquímicas de grasas animales

CARACTERISTICAS	SEBO	MANTECA	GRASA MEZCLA	POLLO	MANTEQUILLA
Índice de yodo	45	62	≥55	77	32
Ind. saponificación	198	197	197	197	225
Ind. Peróxidos meq/Kg				≤10	
Ind. de acidez	4	4	4	4	4

Sin embargo hoy en día se sabe que las grasas vegetales son saludables y no elevan el colesterol cuando son poliinsaturadas, como las de los aceites de soja, girasol o maíz, y sobre todo monoinsaturado, como la del aceite de oliva. El de aceite de oliva "se considera el 4º alimento por su importancia a nivel mundial, a continuación del trigo, arroz y azúcar; debido a su excelente calidad. Este es el único aceite que puede consumirse sin refinación previa. La aceituna contiene gran cantidad de agua 30 - 35%, oscilando la grasa entre 15 - 30%." (López, 1986).

El aceite de oliva es conocido como el mejor aceite debido a que neutraliza la oxidación del colesterol, reduce la secreción ácida del estómago, ayuda al crecimiento y a la desmineralización de los huesos y hasta evita las infecciones de la vesícula; razón por la cual se toma como referencia para evaluar la calidad del aceite obtenido a partir del proceso de transformación de la grasa avícola.

**Tabla 10.** Comparación de parámetros fisicoquímicos estándar en aceite de oliva, maní y girasol.

PARÁMETROS	OLIVA		MANÍ		GIRASOL	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Peso específico (25°C/ 4°C)	0,909	0,913	0,909	0,917	0,913	0,919
Índice Yodo (Wijs)	79	90	92	100	124	137
Índice saponificación	187	195	187	195	187	192
Acidez (% ácido oleico)		3		0,5		0,2

## 2.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN GRASAS Y ACEITES

Los análisis microbiológicos de laboratorio permiten cuantificar e identificar a los microorganismos que contaminan los alimentos, comprometiendo la salud de las personas que los consumen y causando el deterioro de su calidad, acortando su vida útil y por ende, causando considerables pérdidas económicas a la industria de alimentos.

**2.6.1 Aerobios mesófilos:** son indicadores de materia prima contaminada, condiciones higiénicas sanitarias deficientes, condiciones de temperatura y tiempo inadecuados.

### 2.6.2 Detección de Coliformes y *Escherichia coli*

**Principios generales:** Del origen fecal de esta bacteria se concluye que su presencia en un alimento indica que éste ha tenido contacto con, y por tanto está contaminado por, materia de origen fecal. La supervivencia de estas bacterias en medios no entéricos es limitada por lo que su presencia indica una contaminación reciente. Por estas razones, *E. coli* es el microorganismo índice ideal para la detección de contaminaciones recientes.

La identificación del grupo *coli-aerogenes* se hace mediante la detección de microorganismos capaces de fermentar lactosa a 42° en presencia de un 2% de bilis y de cristal violeta.

En alimentos tratados también conviene comprobar la presencia de *coli-aerogenes* mediante la producción de gas en verde brillante con 2% de lactosa, aunque esto no indica claramente contaminación fecal debido a los múltiples orígenes de las bacterias de este grupo.

No es recomendable el uso del concepto de «coliformes fecales» definido por las que crecen en presencia de sales biliares a 40-42° porque el grupo no está definido taxonómicamente y las diferencias experimentales en los procesos de detección son muy críticas.

**Metodología:** El método es sencillo: incubación en medio ENDO a 44°C en anaerobiosis. Análisis de las colonias positivas para detección de la producción de gas en medio con lactosa y de indol en medio con triptófano, ambas determinaciones a 44°C.

Cuando los números de bacterias del grupo son del orden de 1 ufc/ml ó 1 ufc/10 gr de material el método empleado es el descrito. Si el número es inferior se realiza un análisis del número más probable y un enriquecimiento con caldo lactosado con verde brillante analizándose posteriormente los tubos positivos en medio de MacConkey, ENDO; etc.

Las bacterias de este grupo pueden entrar en un proceso de autoesterilización debida a la producción de ácidos en sus procesos de fermentación, ácidos que terminan por matarlas. Por ello es necesario utilizar medios tamponados. En muchos casos es necesario hacer un tratamiento de recuperación de los microorganismos dañados en los procesos de preparación del alimento.

*E. coli* es un buen indicador de contaminación, mientras que las coliformes en general sólo son buenos índices si los números son inaceptablemente altos; por lo cual requiere pruebas de confirmación. Esto es debido a que el origen de *E. coli* es únicamente intestinal, mientras que las coliformes pueden tener muchos otros orígenes. La detección de *E. coli* es muy importante en el análisis

de aquellos alimentos compuestos en los que el tratamiento de cada una de las partes haya sido diferente.

### **2.6.3 Detección de *Salmonella* sp.**

Los miembros del género *Salmonella* han sido muy estudiados como patógenos cuando se encuentran presentes en los alimentos. El control de este microorganismo, tanto por parte de las autoridades sanitarias, como en las plantas procesadoras de alimentos, depende en cierta medida del método analítico utilizado para su detección (Según NOM-109-SSA1-1994).

Este microorganismo fue inicialmente identificado en muestras clínicas y los métodos empleados para estos casos se adaptaron posteriormente para su detección en alimentos. Las modificaciones a los métodos consideraron dos aspectos principales, el primero es el debilitamiento o daño a las células bacterianas presentes en un alimento, debido al proceso a que está sujeto (por ejemplo: tratamiento térmico, secado, etc.) y segundo, la variabilidad inherente a la naturaleza del producto bajo estudio.

Para diversos alimentos existen diferentes protocolos para el aislamiento de *Salmonella*, todos ellos son esencialmente similares en principio y emplean las etapas de preenriquecimiento, enriquecimiento selectivo, aislamiento en medios de cultivos selectivos y diferenciales, identificación bioquímica y confirmación serológica de los microorganismos.

La presente técnica para la detección de *Salmonella* en alimentos, describe un esquema general que consiste de 5 pasos básicos:



**Preenriquecimiento:** es el paso donde la muestra es enriquecida en un medio nutritivo no selectivo, que permite restaurar las células de Salmonella dañadas a una condición fisiológica estable.

**Enriquecimiento selectivo:** empleado con el propósito de incrementar las poblaciones de Salmonella e inhibir otros organismos presentes en la muestra.

**Selección en medios sólidos:** en este paso se utilizan medios selectivos que restringen el crecimiento de otros géneros diferentes a Salmonella y permite el reconocimiento visual de colonias sospechosas.

**Identificación bioquímica:** este paso permite la identificación genérica de los cultivos de Salmonella y la eliminación de cultivos sospechosos falsos.

**Serotipificación:** es una técnica serológica que permite la identificación específica de un cultivo.

#### **2.6.4 Detección de mohos y levaduras**

Los mohos y levaduras están ampliamente distribuidos en la naturaleza y se pueden encontrar formando parte de la flora normal de un alimento, o como agentes contaminantes y en los equipos sanitizados inadecuadamente, provocando el deterioro fisicoquímico de éstos, debido a la utilización en su metabolismo de los carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas y lípidos originando mal olor, alterando el sabor y el color en la superficie de los productos contaminados. Además los mohos y levaduras pueden sintetizar metabolitos tóxicos termoresistentes, capaces de soportar algunas sustancias químicas, así como la irradiación y presentan capacidad para alterar sustratos desfavorables, permitiendo el crecimiento de bacterias patógenas.

Es de gran importancia cuantificar los mohos y levaduras en los alimentos, puesto que al establecer la cuenta de estos microorganismos, permite su utilización como un indicador de prácticas sanitarias inadecuadas durante la producción y el almacenamiento de los productos, así como el uso de materia prima inadecuada.

### Metodología

El método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra de prueba en un medio selectivo específico, acidificado a un pH 3,5 e incubado a una temperatura de  $25 \pm 1$  °C, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos (NOM-111-SSA1-1994)

**Tabla 11.** Límites permisibles en análisis microbiológicos en grasa de pollo (Tablas FEDNA, 2003).

Análisis %	Nominal	Tolerancia	Ensayos
AEROBIOS TOTALES ufc/g		$<10^6$	FDA (1995) 8 <sup>a</sup>
COLIFORMES ufc/g		$<10^3$	FDA (1995) 8 <sup>a</sup>
<i>Escherichia coli</i> * ufc/g	Ausencia		FDA (1995) 8 <sup>a</sup>
<i>Salmonella</i> * ufc/25g	Ausencia		FDA (1995) 8 <sup>a</sup>

## 2.7 HARINA DE SUBPRODUCTOS AVÍCOLAS

La harina de subproductos avícolas consiste de partes limpias recicladas y molidas de la canal de las aves sacrificadas, tales como pescuezos, alimento, huevos no desarrollados e intestinos, excluyendo plumas, excepto en las cantidades en las que pueda ocurrir inevitablemente en las buenas prácticas de procesamiento. La etiqueta debe incluir las garantías del mínimo de proteína cruda, mínimo de fibra cruda, mínimo de fósforo, y mínimo y máximo de calcio. El nivel de calcio no debe exceder el nivel real de fósforo en más de 2 veces.

La calidad de su proteína y aminoácidos críticos, ácidos grasos, vitaminas y minerales esenciales la hace apta para su uso en todas las especies. Estas características junto con su palatabilidad han llevado a la demanda de su uso en alimentos para mascotas y en la acuicultura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BALCI, A. y WILBEY, R. 1999. High pressure processing of milk – the first 100 years in the development of a new technology. *International Journal of Dairy Technology*, 52(4), 149-155.
- BARBUT, S. 2002. Poultry products-formulations and gelation. *Poultry Products Processing. An Industry Guide* (Chap. 9). 249-288. Boca Raton. FL: CRC Press LLC.
- BENITO, A. *et al*, 1999. Variation in resistance of natural isolates of *Escherichia coli* O157 to high hydrostatic pressure, milc heat, and other stresses. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(4), 1564-1569.
- BIBLIO DE LA TABLAS FEDNA, 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). C. de Blas, G.G. Mateos y P.Gª. Rebollar (eds.). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 pp.
- BUTZ, P. *et al*, 1996. Response of immobilized *Bacillus subtilis* alpha-amylase to high pressure treatment. *Food Biotechnology*, 10(2), 93-103.
- BUTZ, P. y TAUSCHER, B. 2000. Recent studies on presure-induced chemical changes in food constituents. *High Pressure Research*, 19(1-6), 401-408.
- CAHANER, A., NITSAN, Z. y Nir, I. 1986. Weight and fat content of adipose and nonadipose tissues in broilers selected for or against abdominal adipose tissue. *Poult. Sci.* 65, pp. 215-222.

- CAPELLAS, M. *et al*, 2003. Inactivation of spores of *Bacillus cereus* in cheese by high hydrostatic pressure with the addition of nisin or lysozyme. *Journal of Dairy Science*, 86(10), 3075-3081.
- CASTELLO, J. A. 2002. La industria del pollo para carne. En: Real Escuela de Avicultura. (Ed). Producción de carne de pollo 2ª. Ed. (Cap. 1). 15=38.
- CHARLES, D. R. 2003. Poultry meta: a food for today. Foodinfo Online Features. FIS Publishing. Disponible en URL: <http://www.foodsciencecentral.com/fsc/ixid11702>.
- CHÉRET, R. 2005. effet des hautes pressions sur les indicateurs de maturarion de la viande et d'altération du muscle de poisson. Ecole Nationale d'Ingénieurs des Techniques des industries Agricoles et Alimentaires. Université de Nantes, France. Thèse de Doctorat.
- CHIU, M.C, GIOIELLI L. A & SOTERO V. S. 2002. Estudio del Fraccionamiento de la grasa abdominal de pollo En: Departamento de Tecnología Bioquímico- Farmacéutica - Facultad de Ciencias Farmacéuticas - Universidad de Sao Paulo. Vol. 53. Fasc. 3 (2002), 298-303.
- CRAWFORD, Y. *et al*, 1996. Use of high hydrostatic pressure and irradiation to eliminate *Clostridium sporogenes* spores in chicken breast. *Journal of Food Protection*, 59(7), 711-715.
- CRISTANCHO, B. 2003. ELABORACION DE UN CHICHARRON A BASE DE PIEL DE POLLO COMO ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO DE UN SUBPRODUCTO AVICOLA. Tesis de grado para optar al titulo de Ingeniero de Alimentos. Universidad de Pamplona.

- GILLIN, E.D. 2002. World egg production, trade and supply: Present and future. En: E.Fallou, editores. International Network for Family Poultry Development Newsletter. 11, 2-9. Disponible en URL: <http://www.fao.org/againfo/subjects/en/infpd112.pdf>.
- GOULD, G. y SALE, A. 1970. Initiation of germination of bacterial spores by hydrostatic pressure. Journal of General Microbiology, 60, 335-346
- GRIFFIN H. D., y HERMIER, D. 1988. Plasma lipoprotein metabolism and fattening in poultry. In: *Leanness in Domestic Birds*. p.p.: 175-201. Ed. By Leclercq B. And Whitehead C.C.: 175-201.
- GROMPONE, M. A., GUERRA, J. F., PAZOS, N. A., MÉNDEZ, E., LUCAS, E., JACHMANIÁN, I. y COLLAZI, P. (1994). Fraccionamiento térmico de aceite de pollo. Grasas y Aceites, 45, 390-344.
- HEWSON, P. F.S. 1986. Origin and development of the british poultry industry: the first hundred years. Bristish Poultry Science, 27, 525-539.
- LEE K. T. & FOGLIA T. A. 2000. Synthesis, purification, and characterization of structured lipids produced from chicken fat. J. Am. Oil Chem. Soc. 77, 1027-1034.
- LÓPEZ, J.L. 1986: "Manual práctico de alimentación sana". Ed. EDAF, Madrid
- LÓPEZ, T. *et al*, 2003. Evaluation of the importance of germinative cycles for destruction of *Bacillus cereus* spores in miniature cheeses. High Pressure Research, 23(1-2), 81-85.

- MATEOS., G.G. 2002. Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas. *Departamento de Producción Animal* Universidad Politécnica de Madrid.
- MAYER, R. 2000. Ultra high pressure, high temperature food preservation process. R.S.Mayer, assignee. United States Patent Application. (US P 6177115).
- METRICK, C., HOOVER, D. y FARKAS, D. 1989. Effects of high hydrostatic-pressure on heat-resistant and heat-sensitive strains of *Salmonella*. *Journal of Food Science*, 54(6), 1547.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-114-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE SALMONELLA EN ALIMENTOS.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-111-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS EN ALIMENTOS.
- PATTERSON, M. F. 2005. Microbiology of pressure-treated foods. *Journal of Applied Microbiology*, 98(6). 1400-1409.
- PFAFF, F. E. & AUSTIC, R. E. 1976. Influence of diet on development of the abdominal fat pad in the pullet. *J. Nutr.* 106, pp. 443-450.
- POTTER, N, HOTCHKISS, J. 1995. Ciencia de los Alimentos. Editorial *Aspen Publishers, Inc.* Capítulo 14. Pág. 347 – 377.
- REDDY, N. *et al*, 1999. Inactivation of *Clostridium botulinum* type E spores by high pressure processing. *Journal of Food Safety*. 19(4), 277-288.

- REDDY, N. 2006. Inactivation of *Clostridium botulinum* nonproteolytic type B spores by high pressure processing at moderate to elevated high temperatures. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 7(3), 169-175.
- SÁNCHEZ J & ROMERO D. 2003. ELABORACION DEL CHICHARRON A BASE DE PIEL DE POLLO COMO APROVECHAMIENTO DE ESTE SUBPRODUCTO. Tesis de grado para optar al titulo de Ingeniero de Alimentos. Universidad de Pamplona.
- SHERRY, A., PATTERSON, M. y MADDEN, R. 2004. Comparison of 40 *Salmonella enterica* serovars injured by thermal, high-pressure and irradiation stress. Journal of Applied Microbiology, 96(4), 887-893.
- SMELT, D. 1998. Recent advances in the microbiology of high pressure procesing. Trends in Food Science and Technology, 9(4), 152-158.
- STANIER, R *et al.* 1996. "Microbiología" Ed. Reverté. Barcelona.
- TARAZONA W. 2006. UTILIZACIÓN DE UN SUBPRODUCTO AVÍCOLA EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero de Alimentos. Universidad de Pamplona.
- VIAU, M. & GANDEMER, G. 1991. Principales caractéristiques de composition des graisses de volaille. Rev. Fr. Corps Gras, 38, 171-177.
- WEST, B. & ZHOU, B. X. 1989. Did chickens go morth? New evidence for domestication. World's Poultry Science Journal, (45). 205=218.
- WHITEHEAD, C.C & GRIFFIN H. D. 1984. Development of divergent lines of

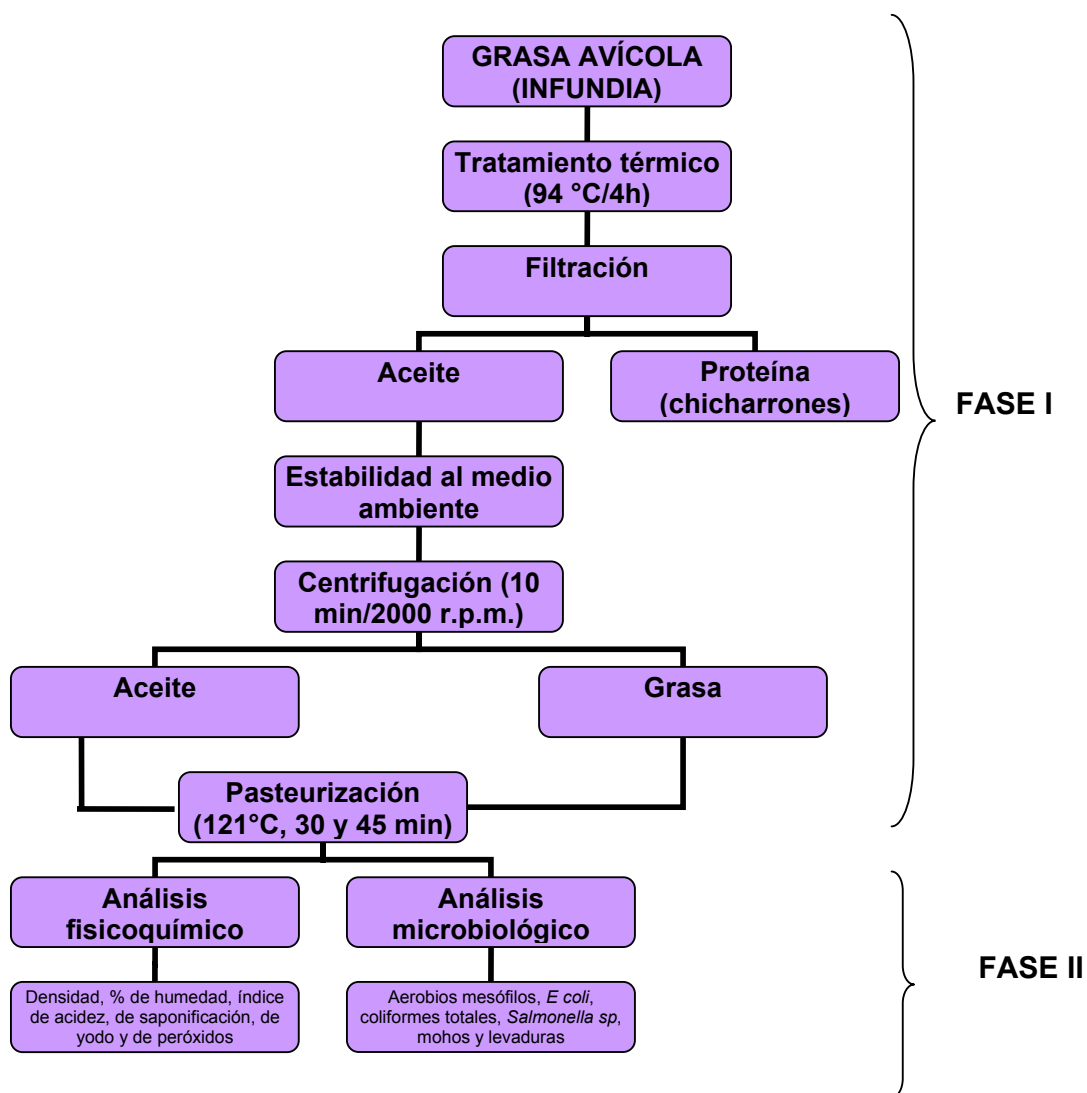


lean and fat broilers using plasma very low density lipoprotein concentration as selection criterion: the first three generations. *Br Poultry Sci.* 25, pp. 573-582.

- WINDHORST, H.W. 2003. Patrones regionales de la producción europea y mundial de broilers y del comercio de carne de pollo. *Selecciones Avícolas*, 45(1), 9-21.

### 3. METODOLOGÍA

La figura 2, muestra la descripción general de la metodología desarrollada en este proyecto.



**Esquema 2.** Descripción metodológica empleada para la transformación de la grasa avícola.

El proyecto se desarrollo en dos fases:

### **3.1 FASE I. PRETRATAMIENTO DE LA GRASA AVÍCOLA**

Se tomaron 10000 g de grasa avícola, se sometió a un tratamiento térmico de 4 horas a 94°C para eliminar el porcentaje de humedad de la muestra, transcurrido el periodo de calentamiento se filtró con el fin de separar la proteína (chicharrones) del aceite. El aceite obtenido se dejó a temperatura ambiente para observar su estabilidad, presentándose una separación en dos fases: una fase liquida que correspondía al aceite y una fase sólida correspondiente a la grasa, por lo cual se procedió a centrifugar una muestra de 600 mL por 10 min a 2000 r.p.m. El aceite y la grasa obtenida de la centrifugación se esterilizó en un autoclave a 121°C por 30 y 45 min; con el fin de eliminar posibles microorganismos que pudieran alterar o contaminar el aceite.

### **3.2 FASE II. CONTROL DE CALIDAD**

A las muestras de aceite y grasa sin pasteurizar y pasteurizadas se le realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos: densidad, porcentaje de humedad, índice de acidez, de yodo, de saponificación y de peróxidos. Las pruebas microbiológicas realizadas fueron: aerobios mesófilos, coliformes totales, *E coli*, *Salmonella sp*, mohos y levaduras.

A continuación se muestran los protocolos seguidos para la realización de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos:

### 3.2 1 Análisis fisicoquímicos

Para realizar los análisis fisicoquímicos, las muestras provenientes del proceso de esterilización fueron dejadas en reposo por un periodo de 20 minutos para estabilizar la temperatura y posteriormente se realizaron las respectivas pruebas por duplicado para disminuir el margen de error y garantizar la reproducibilidad de los datos.

#### 3.2.1.1 Determinación del Porcentaje de Humedad

Se llevo a cabo empleando una balanza infrarroja (Fig 1)



**Figura 1.** Balanza infrarroja empleada en las determinaciones de humedad de las muestras de aceite y grasa.

#### 3.2.1.2 Índice de saponificación (AOAC, 920.160, 1990)

Se pesó en un Erlenmeyer de 150 ml, 2 g de muestra (aceite o grasa), se añadió 25 ml de una solución recientemente preparada de KOH (4 %) en etanol de 96°, libre de aldehídos. Se condujo paralelamente con la muestra, un blanco con el reactivo, usando la misma pipeta. La mezcla se transfirió a un balón de fondo redondo el cual se conectó a un refrigerante y se mantuvo en reflujo en Baño María durante 30 min. Después se procedió a titular con HCl (0.5 N) en presencia de fenolftaleína (6 gotas de solución al 1 %). La titulación debe *realizarse en caliente* para evitar la precipitación de los jabones más pesados,

lo que disminuiría la precisión del punto final. La ecuación 1 indica como se calcula el índice de saponificación.

$$IS = \frac{28.05 \cdot (A - B)}{m} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

A son los mililitros de HCl gastados en la titulación del blanco y B los mililitros de HCl gastados en la titulación de la muestra

### **3.2.1.3 Índice de peróxido (AOAC, 9658.33, 1990, AOAC, Cd 8-53, 1963)**

Se peso 5.0 g de muestra (aceite o grasa) en un erlenmeyer de 250 MI; se agrego 30 MI de una mezcla de ácido acético-cloroformo (3:2), se agitó hasta disolución completa de la muestra. Posteriormente, se adiciono 0.5 MI de una solución saturada de yoduro de potasio (KI), se dejó la solución por 1 minuto con ocasional agitación, se agrego después 30 ml de agua destilada. Se procedió a titular con solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (0,1 N), agregando gradualmente y con agitación constante y vigorosa. Se continuó con la titulación hasta que el color amarillo desapareció. Se agrego 0,5 ml de solución indicadora de almidón. Se continuó la titulación agitando vigorosamente el erlenmeyer cerca del punto final, para liberar todo el  $\text{I}_2$  de la capa clorofórmica. Se adicionó la solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  gota a gota hasta desaparición del color azul. A continuación se muestra la ecuación para determinar el índice de peróxido.

$$\text{Indice de peróxido} = \frac{(M - B) \cdot N \cdot 1000}{\text{masa muestra (g)}} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

M son los mililitros de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  gastados en la titulación de la muestra; B los mililitros de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  gastados en la titulación del blanco y N la normalidad de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (0.1N).

#### **3.2.1.4 Índice de yodo por el Método de Hanus (monobromuro de yodo). (AOAC 920.158,1990)**

Reactivos de Hanus: Solución iodada (13.2 g de yodo puro en 1 l de  $\text{HacO}$  (99.5 %) y posterior agregado de bromo hasta duplicar exactamente el contenido en halógeno).

Se pesó 0.2000 g de muestra (aceite o grasa) en un erlenmeyer de 250 ml, se disolvió la muestra en 10 ml de tetracloruro de carbono. Se condujo simultáneamente un blanco. Se cargo el reactivo de Hanus en una pipeta de 25 ml y se agregó rápidamente sobre la muestra. En todos los recipientes debe agregarse exactamente la misma cantidad de reactivo sacado de una misma botella; tanto ésta como los frascos de reacción deben taparse inmediatamente para que la concentración de monobromuro de yodo no varíe sensiblemente. Se dejó la mezcla durante 30 minutos en oscuridad agitando ocasionalmente. Luego se adicionó (tan rápido como se pueda y en el orden que se consigna) 10 ml de KI 15 % y 100 ml de agua, arrastrando cualquier resto de  $\text{I}_2$  libre que pueda existir en el cuello y tapón del frasco. Se tituló, agitando continuamente, con  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (0.1 N) agregándolo gradualmente y con cierta rapidez para evitar la pérdida de yodo. Cuando el color amarillo de la solución se atenuó se adiciono 1 ml del indicador (solución de almidón), y se continuo titulando gota a gota cerca del punto final se cerró el erlenmeyer y se agitó violentamente para que el yodo remanente en la capa inferior pase a la capa acuosa y se completó

la titulación (desaparición del tono azul). La ecuación 3 indica como se calcula el índice de yodo.

$$\text{Índice de yodo} = \frac{12.69 \cdot N \cdot (V - V')}{P} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

P es el peso (g) de la muestra; V los mililitros de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  gastados para el ensayo del blanco; V' los mililitros de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  gastados para la muestra y N la normalidad del  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

#### **3.2.1.5 Índice de acidez (Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Soaps. 1964)**

Se pesó 5 g de aceite o grasa, en un erlenmeyer de 250 ml. Se disolvió en 50 ml de etanol y se agregó 6 gotas de fenoftaleína, luego se calentó la mezcla hasta ebullición. Se valoró, agitando continuamente, con KOH 0,1 N, hasta viraje del indicador.

$$\text{Valor de la acidez} = \frac{V \cdot N \cdot 56.1}{S} \quad \text{Ec. 4}$$

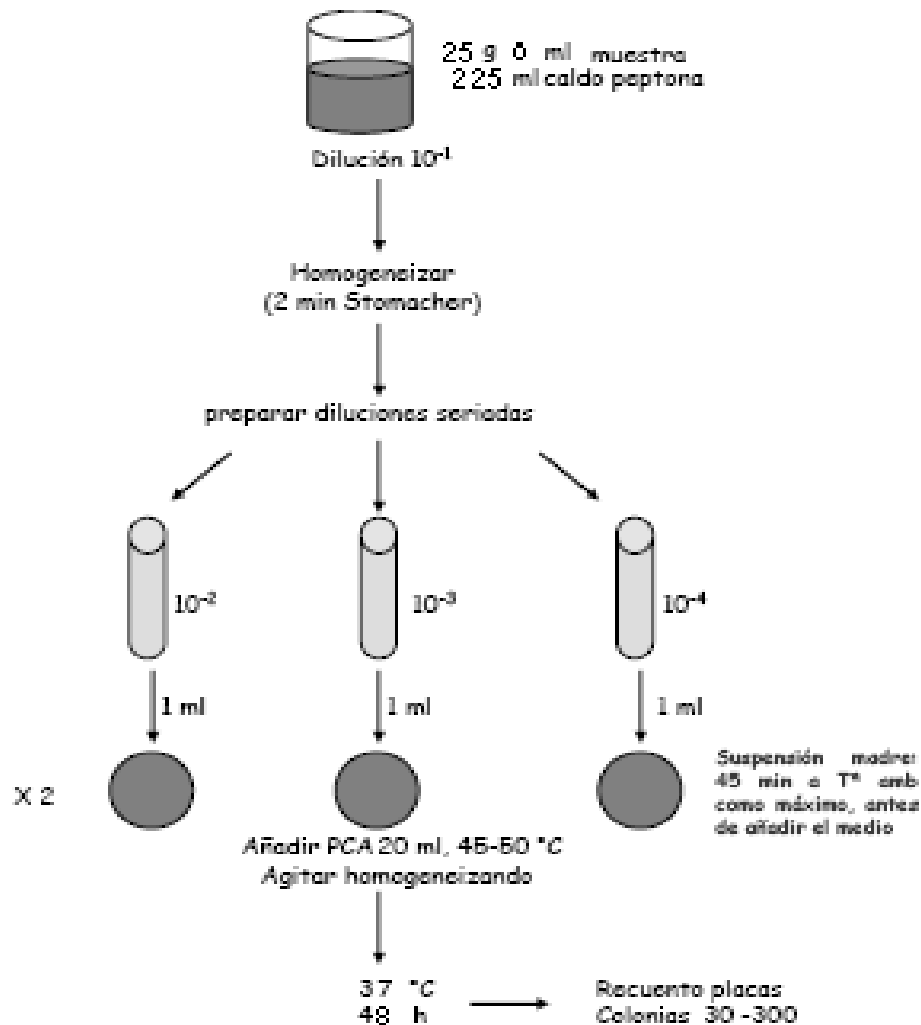
Donde:

V son los mililitros de KOH o NaOH requeridos para la titulación; N es la normalidad de la solución de KOH o NaOH y S es el peso de la muestra.

### 3.2.2 Análisis Microbiológicos:

Para realizar los análisis microbiológicos, las muestras provenientes del proceso de esterilización fueron dejadas en reposo por un periodo de 20 minutos para estabilizar la temperatura y posteriormente se realizaron los respectivos recuentos por duplicado siguiendo los protocolos que se muestran a continuación.

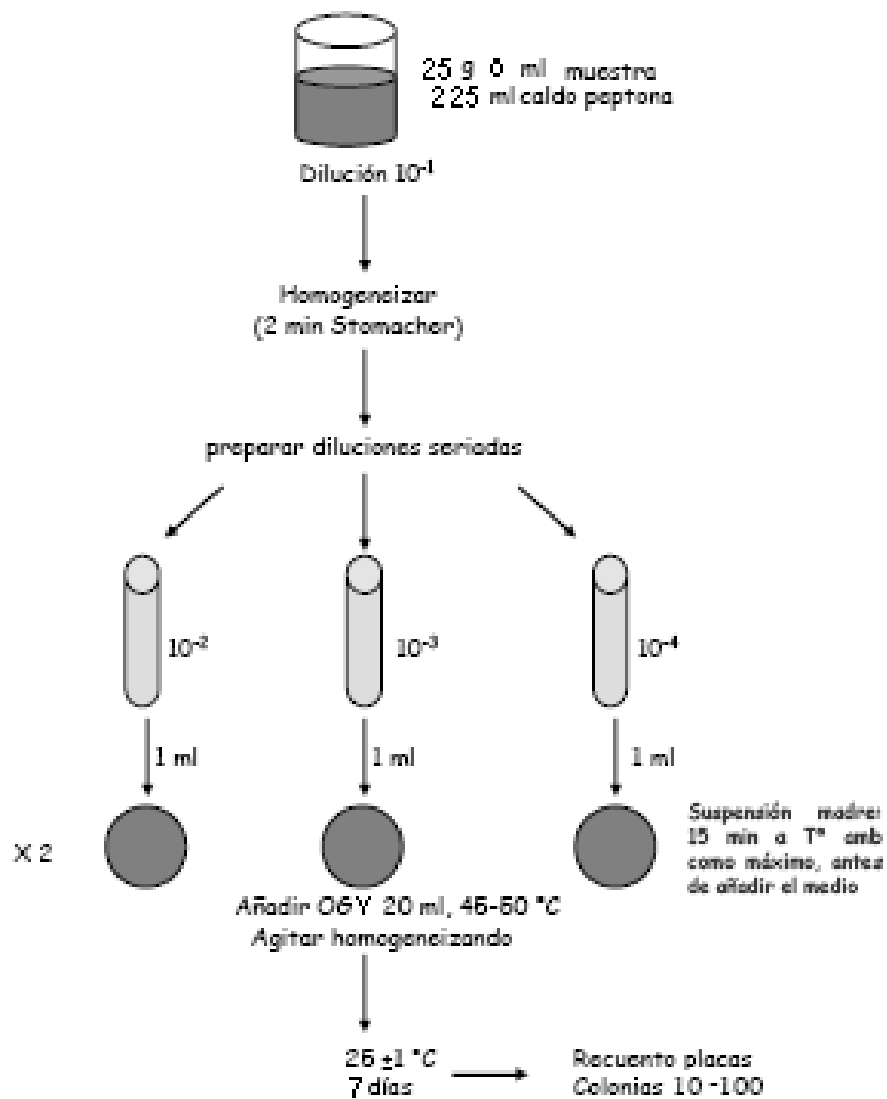
#### 3.2.2.1 Recuento de aerobios mesófilos



**Esquema 3.** Protocolo ISO 4833, 2003 para recuento de aerobios mesófilos.

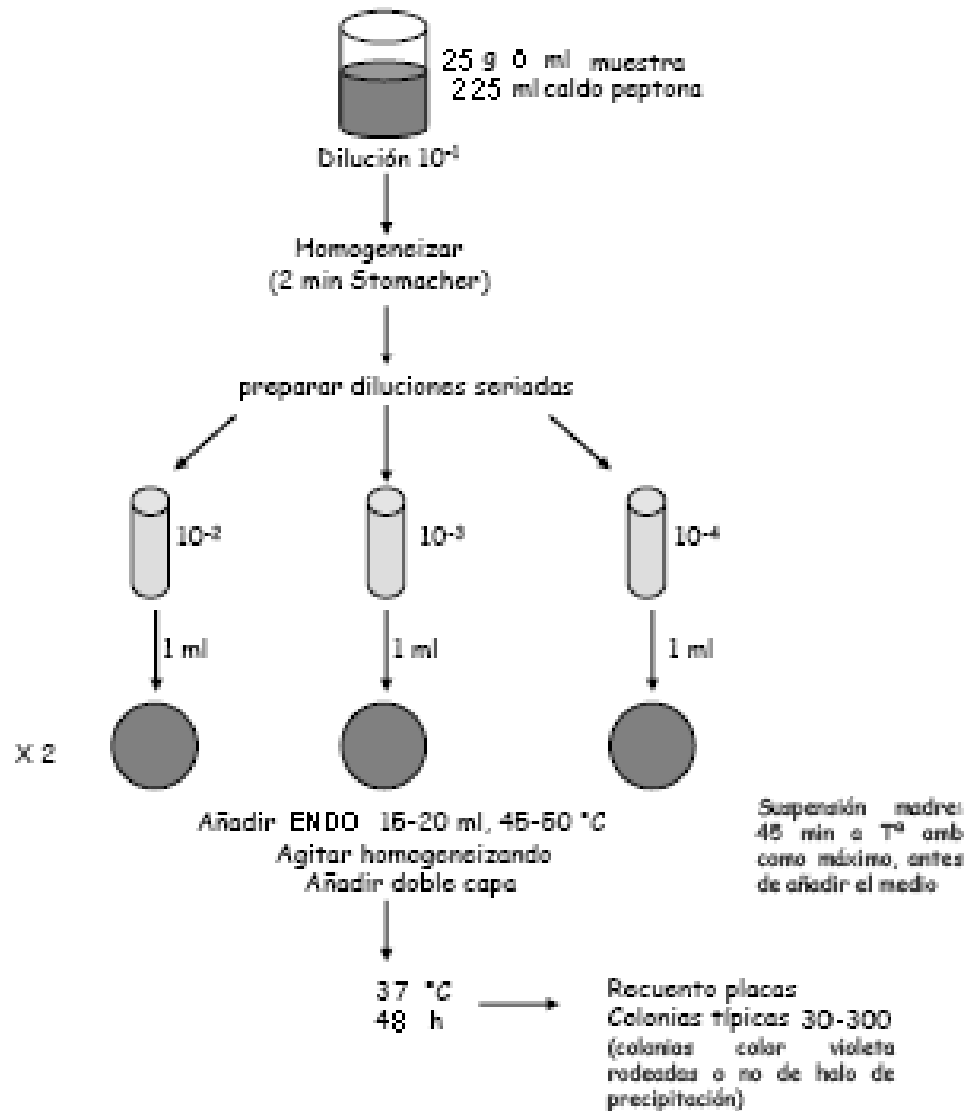


### 3.2.2.2 Recuento de mohos y levaduras



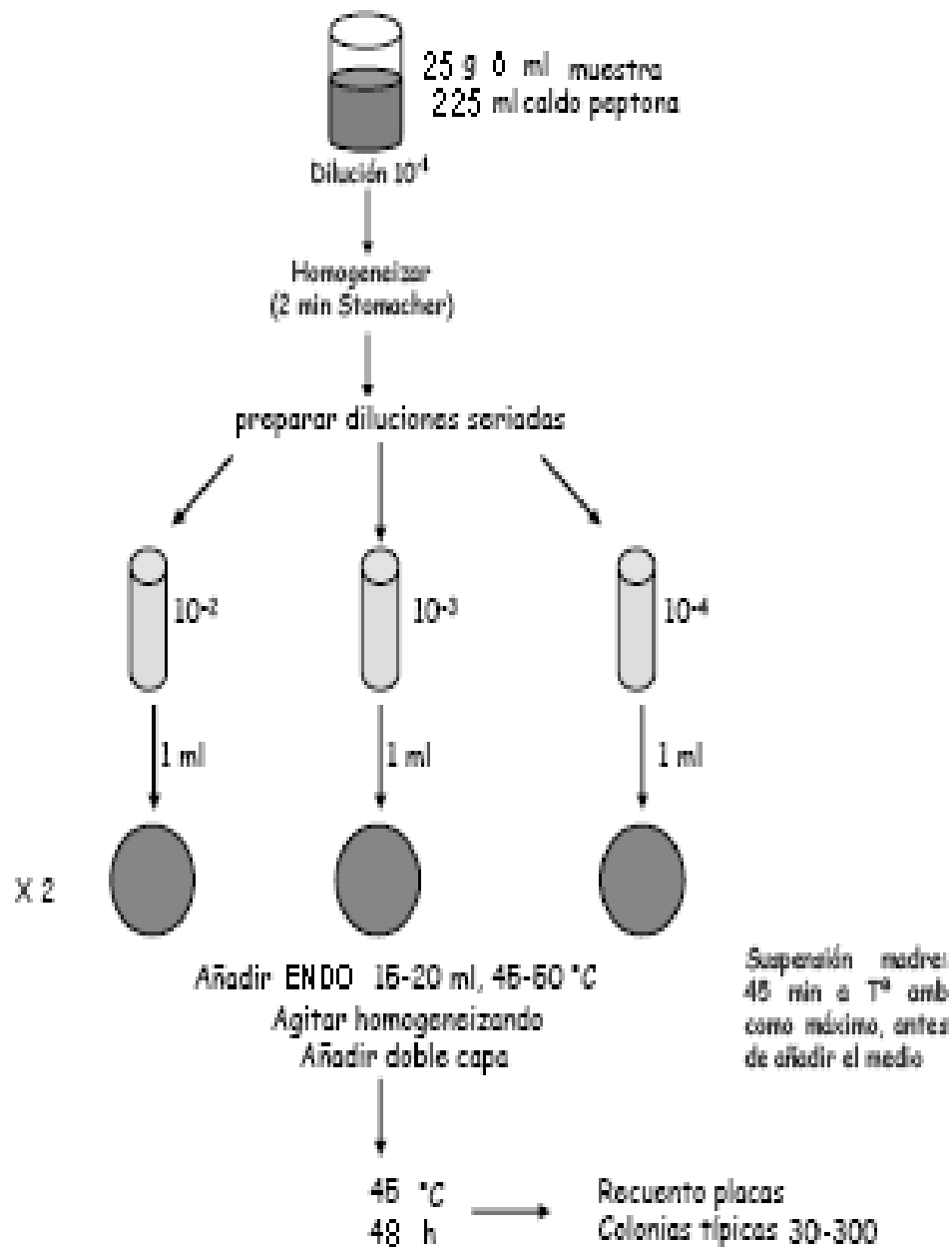
**Esquema 4.** Protocolo NF ISO 7954, 1988 para recuento de mohos y levaduras.

### 3.2.2.3 Recuento de coliformes totales en placa



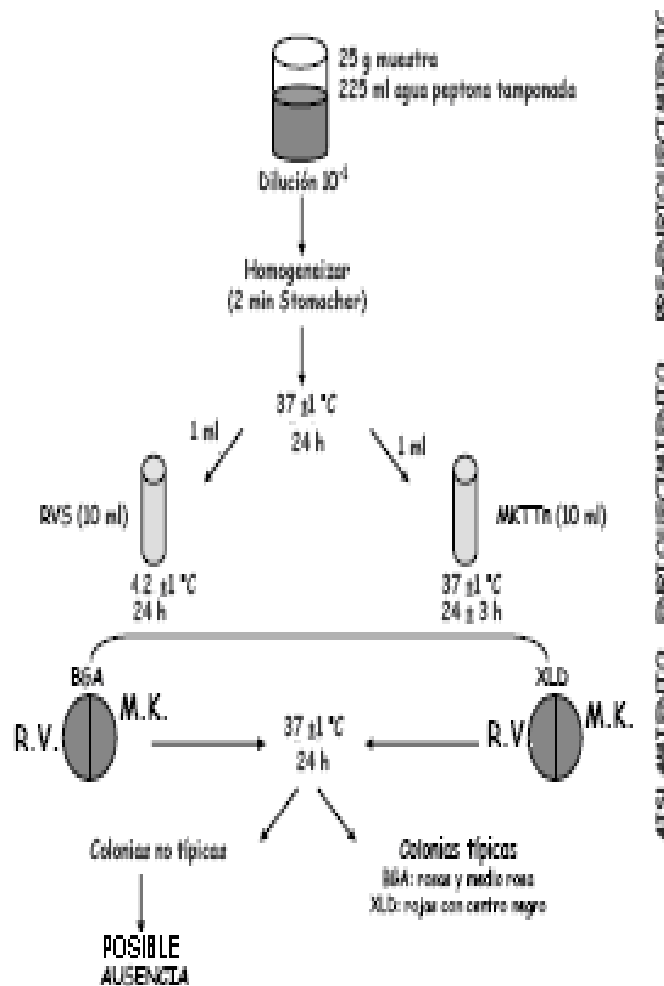
**Esquema 5.** Protocolo NF ISO 4832, 1991 para recuento de coliformes totales en placa.

### 3.2.2.4 Investigación de *Escherichia coli*



**Esquema 6.** Protocolo para *E. coli*.

### 3.2.2.5 Investigación de *Salmonella* sp



**Esquema 7.** Protocolo NF EN ISO 6579, 2002 para *Salmonella* sp.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.C.S., Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists Society; 2a. ed:1963.
- A.O.A.C., Association of Official Agricultural Chemists, 15 ed., 1990.
- International Union of Pure and Applied Chemistry. Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Soaps. 1964. II. D.1.
- Protocolo ISO 4833, 2003 para recuento de aerobios mesófilos
- Protocolo NF ISO 7954, 1988 para recuento de mohos y levaduras.
- Protocolo NF ISO 4832, 1991 para recuento de coliformes totales en placa.
- Protocolo NF EN ISO 6579, 2002 para *Salmonella sp.*

## 4. RESULTADOS

### 4.1 FASE I. PRETRATAMIENTO DE LA GRASA AVÍCOLA.

La Distribuidora Avícola Distraves para el desarrollo de este proyecto suministró dos muestras de grasa avícola, la primera se encontraba en un alto grado de descomposición, caracterizado por su olor y la segunda muestra era grasa avícola fresca, esto con el objeto de observar si se presentaba alguna diferencia en los productos obtenidos después del proceso de transformación con respecto a este factor.

La primer muestra consistía de 10 kilos de grasa avícola en descomposición la cual después de ser sometida al tratamiento térmico se obtuvieron aproximadamente 8 litros de aceite (6825.4 g), del proceso de filtrado se obtuvo un peso de residuo sólido de 697.9 g en estado húmedo, el cual fue sometido a un proceso de secado obteniendo finalmente un peso de 347.9 g de proteína (chicharrones). De este procedimiento se obtuvo además un sedimento de 266.1 g identificado como el residuo del proceso. A continuación se presenta el balance de masa correspondiente a la muestra I.

#### 4.1.1 Balance de masa para la muestra I

$$g_{\text{grasa avícola}} = g_{\text{aceite}} + g_{\text{proteína}} + g_{\text{sedimento}} + g_{\text{vapor agua}}$$

$$10000 \text{ g} = 6825.4 \text{ g} + 347.9 \text{ g} + 266.1 \text{ g} + g_{\text{vapor agua}}$$

$$g_{\text{vapor agua}} = 2560.6 \text{ g}$$

$$\% \text{ rendimiento del aceite} = \frac{6825.4 \text{ g}}{10000 \text{ g}} * 100 = 68.254 \%$$

$$\% \text{ rendimiento de la proteína} = \frac{347.9 \text{ g}}{10000 \text{ g}} * 100 = 3.479 \%$$

$$\% \text{ rendimiento del agua} = \frac{2560.6 \text{ g}}{10000 \text{ g}} * 100 = 25.606 \%$$

Como se observa en el balance de masa durante el tratamiento térmico de la muestra I se liberaron 2.56 kg de vapor de agua, teniendo en cuenta que el calentamiento se realizó de 15 a 94 °C, y que alcanzada esta temperatura se mantuvo 4 horas, se tiene el siguiente balance de energía:

#### 4.1.2 Balance de energía para la muestra I

$$q = m C_p \Delta T$$

$$q = 2.56 \text{ kg} * 4.180 \text{ J/kg}^{\circ}\text{K} * (367 \text{ K} - 288 \text{ K})$$

$$q = 845.36 \text{ J}$$

$$845.36 \text{ J} * 4 \text{ h} = 3.38 \text{ kJ h}$$

El balance de materia indica que la masa que entra en un sistema debe, por lo tanto, salir del sistema o acumularse dentro de él; es decir:

$$\text{Entradas} = \text{Salidas} + \text{Acumulación.}$$

Por lo tanto, en un balance de masa, la suma de todas las masas que entran en proceso u operación, debe ser igual a la suma de todas las masas que salen de dicho proceso u operación; es decir, la suma de masas de los productos, residuos y de todos los materiales de salida.

El balance de materia y energía para la transformación de la grasa de pollo es importante ya que hacen parte de la estandarización del proceso; además facilita la determinación de las cantidades de los productos y residuos que se generan a partir de la materia prima transformada.

Con base al balance de masa y energía se obtuvo una variable de tiempo y temperatura en el tratamiento de la grasa de cuatro horas a 94°C por ser la variable que permitió la eliminación del mayor contenido de agua en la grasa permitiendo obtener la mayor cantidad de aceite.

El tratamiento térmico después de cuatro horas a la T° de 94°C resulto viable debido a que se produce una deshidratación y eliminación completa de agua presente en la materia prima.

El aceite obtenido en esta primer etapa se dejo a temperatura ambiente, para observar su estabilidad.



**Figura 2.** Estabilidad del aceite obtenido a partir del tratamiento térmico a. Aceite obtenido y b. Separación de fases luego de 24 horas.

Luego de 24 horas se observó la separación en dos fases (aceite y grasa) del aceite obtenido, por lo cual se centrifugó una muestra de 600 mL de la mezcla obteniéndose aproximadamente 300 mL de aceite con características organolépticas similares al aceite comercial. Según Biodinc 1976, la grasa de



pollo se presenta líquida o semilíquida a la temperatura ambiente, pudiendo ser utilizada para mejorar la consistencia de cremas cosméticas. Por otra parte, el aceite obtenido de la transformación de la grasa avícola sugiere la posibilidad de ser empleado como aceite para fritura.



a.



b.

**Figura 3.** Obtención por centrifugación de a. aceite y b. grasa.

La separación en dos fases (líquida y semisólida) de la grasa de pollo a temperaturas próximas a las del medio ambiente puede estar asociada a la variada composición de sus ácidos grasos.

La segunda muestra proporcionada por la industria correspondía a grasa avícola fresca (Fig 4).



**Figura 4.** Muestra de grasa avícola fresca

De esta segunda muestra se tomaron también 10 kilos los cuales se sometieron al mismo proceso térmico empleado para la muestra de grasa I, obteniéndose los balances de masa y energía que se muestran a continuación:

#### 4.1.3 Balance de masa para la muestra II

$$g_{\text{grasa avícola}} = g_{\text{aceite}} + g_{\text{proteína}} + g_{\text{sedimento}} + g_{\text{vapor agua}}$$

$$10000 \text{ g} = 8531.75 \text{ g} + 804.3 \text{ g} + 298.61 \text{ g} + g_{\text{vapor agua}}$$

$$g_{\text{vapor agua}} = 365.34 \text{ g}$$

$$\% \text{ rendimiento del aceite} = \frac{8531.75 \text{ g}}{10000 \text{ g}} * 100 = 85.32 \%$$

$$\% \text{ rendimiento de la proteína} = \frac{804.3 \text{ g}}{10000 \text{ g}} * 100 = 8.04 \%$$

$$\% \text{ rendimiento del agua} = \frac{365.34 \text{ g}}{10000 \text{ g}} * 100 = 3.65 \%$$

#### 4.1.4 Balance de energía para la muestra II

$$q = m C_p \Delta T$$

$$q = 0.365 \text{ kg} * 4.180 \text{ J/kg}^{\circ}\text{K} * (367 \text{ K} - 288 \text{ K})$$

$$q = 120.64 \text{ J}$$

$$120.64 \text{ J} * 4 \text{ h} = 0.482 \text{ kJ h}$$

Comparando los balances de materia entre las muestras I y II se observa una diferencia de 2.195 kg de vapor de agua, posiblemente por el estado de descomposición en que se encontraba la muestra I; ya que la descomposición de las grasas en ácidos grasos se facilita con la presencia de agua,. Otro factor podría ser que la muestra I no se encontraba en condiciones adecuadas de almacenamiento lo cual favoreció el desarrollo de un mayor contenido de agua.

El aceite obtenido a partir de la muestra II, exhibió el mismo comportamiento que el de la muestra I con respecto a la estabilidad al medio ambiente, por lo cual al centrifugarlo se obtuvo tanto aceite como grasa.

El proceso de esterilización se llevo a cabo durante 30 y 45 minutos, sin embargo como la muestra I presentaba un alto grado de descomposición, se decidió esterilizar el aceite y la grasa obtenida a partir de esta al mayor tiempo que se deseaba examinar, es decir a 45 minutos.

## 4.2 FASE II. CONTROL DE CALIDAD

### 4.2.1 parámetros fisicoquímicos.

Los análisis fisicoquímicos del aceite y la grasa obtenida a partir de la muestra I se muestran en la tabla 12

**Tabla 12.** Parámetros fisicoquímicos para la muestra I con un alto grado de descomposición suministrada el 10 de enero.

MUESTRA	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/mL)	ÍNDICE DE ACIDEZ	ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN	ÍNDICE DE YODO	ÍNDICE DE PERÓXIDOS
Aceite I sin esterilizar	0,51	0,97	3,97	145,86	25,01	9
Aceite I esterilizado a 121°C 45 min	0,31	0,97	3,95	118,81	35,4	7
Grasa I sin esterilizar	0,24	0,97	4,71	144,86	166,71	9,5
Grasa I esterilizado a 121°C 45 min	0,18	0,97	3,57	122,19	188,21	8,3

Como se observa en la tabla 12, las muestras de grasa presentan un índice de yodo mayor que los respectivos aceites, lo cual puede deberse a que las grasas tienen un mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados. Es importante resaltar que los valores obtenidos no sobrepasan los permitidos para aceites y grasas comestibles.

Con respecto al porcentaje de humedad se puede decir que tanto la muestra I como la II presentan valores similares a los reportados por la literatura, lo cual indica que el tratamiento térmico utilizado es efectivo para lograr una buena deshidratación de la grasa de pollo. Sin embargo, la muestra I aún después del tratamiento térmico presenta una humedad más alta que la muestra II (ver tabla 13), como se mencionó anteriormente debido al grado de descomposición que presentaba. Por otra parte, con la esterilización se observa una reducción significativa del porcentaje de humedad de las dos muestras.

**Tabla 13.** Parámetros fisicoquímicos para la muestra II en estado fresco suministrada el 19 de febrero.

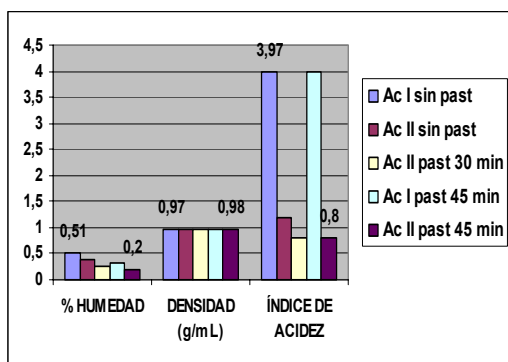
MUESTRA	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/mL)	ÍNDICE DE ACIDEZ	ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN	ÍNDICE DE YODO	ÍNDICE DE PERÓXIDOS
Aceite II sin esterilizar	0,4	0,98	1,18	104,38	45,91	7,6
Aceite II esterilizado a 121°C 30 min	0,25	0,97	0,8	157,09	32,13	6,5
Aceite II esterilizado a 121°C 45 min	0,2	0,98	0,8	131,67	43,54	5,9
Grasa II esterilizada a 121°C 30 min	0,25	0,96	1,19	149,58	137,09	7,1
Grasa II esterilizada a 121°C 45 min	0,06	0,97	1,21	127,9	149,27	6,8

Los resultados encontrados para la caracterización fisicoquímica de la grasa y el aceite obtenido a partir de la grasa de pollo en cuanto a los índices de iodo y saponificación (Tabla 12 y 13) estuvieron en concordancia con los de la literatura (Biondic, 1976; Viau and Gandemer, 1991a; Viau and Gandemer,

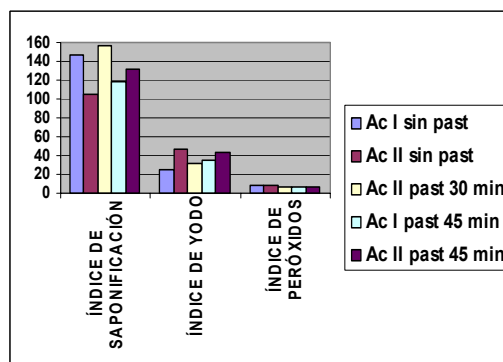
1991b; Grompone et al., 1994; Orthoefer, 1996; Stauffer, 1996; Vizcarrondo et al., 1998; Chiu and Gomes, 1998). Sin embargo se presentan algunas diferencias, muy probablemente debidas a factores intrínsecos de las aves, tales como edad, sexo, raza, tipo de alimentación, clima y el tejido adiposo analizado (Biondic, 1976; Lanser, 1979; Decker and Cantor, 1992). Por otro lado, el índice de saponificación encontrado por Biondic 1976 fue de 184.7, superior a los obtenidos en este trabajo, aun así, estos valores se encuentran dentro de los rangos permisibles por la normatividad.

Los aceites y grasas, debido a la acción de las lipasas, contienen ácidos grasos libres en mayor o menor cantidad según sean las condiciones de manufactura, edad y almacenamiento del producto, lo cual se encuentra directamente relacionado con el proceso de descomposición (Gunstone, 1997). Este puede ser el caso por el cual la muestra I presentó un mayor grado de acidez con respecto a la muestra II.

En las figuras 5 y 6 se presenta una comparación más detallada en cuanto a los parámetros fisicoquímicos de los diferentes aceites obtenidos tanto para la muestra I como para la muestra II.



**Fig 5.** Comparación de los parámetros fisicoquímicos % de humedad, densidad e índice de acidez para los aceites evaluados.

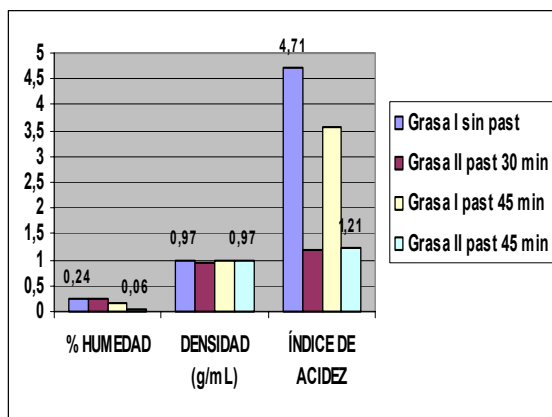


**Fig 6.** Comparación de los parámetros fisicoquímicos índice de saponificación, de yodo y de peróxidos para los aceites evaluados.

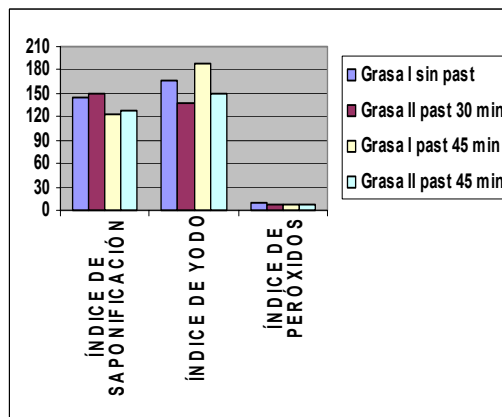
Como se observa en la figura 5 el aceite I sin pasteurizar es el que presenta mayor grado de acidez, con un promedio de 3.97 % y los que mostraron menor grado de acidez fueron los aceites II pasteurizados a 30 y 45 min respectivamente.

Haciendo uso del programa SPSS se realizó el análisis estadístico tomando como referencia los parámetros fisicoquímicos de los aceites obtenidos con relación a los reportados para el aceite de oliva. El análisis estadístico con soporte de Análisis de Varianza y Prueba de Duncam a nivel de confianza de 99% evidencia:

Que no existen diferencias altamente significativas entre las características de los aceites, por lo tanto, cualquiera de los aceites obtenidos mediante el proceso de transformación puede ser utilizado como aceites comestibles en procesos de fritura. Las grasas son la materia prima para alimentos balanceados y para consumo humano más densos en energía. Además, las grasas y algunos de sus ácidos grasos de que se componen proporcionan funciones corporales esenciales e indispensables a parte de su función energética. (Pearl, G.G., 2001)



**Fig 7.** Comparación de los parámetros fisicoquímicos % de humedad, densidad e índice de acidez para las grasas evaluados.



**Fig 8.** Comparación de los parámetros fisicoquímicos índice de saponificación, de yodo y de peróxidos para los aceites evaluados.

#### 4.2.2 parámetros Microbiológicos

En las tablas 14 y 15 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos de los aceites y las grasas obtenidos a partir de la grasa de pollo; donde se observa que tanto en los aceites como en las grasas el recuento de *coliformes fecales* se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma, lo mismo ocurrió con los recuentos de mohos y levaduras; siendo de gran importancia su cuantificación, ya que son indicadores de prácticas sanitarias inadecuadas durante la producción y el almacenamiento de los productos, así como el uso de materia prima inadecuada y además este tipo de microorganismos provocan el deterioro fisicoquímico y alteran el sabor y el color en la superficie de los productos; sin embargo al estar los resultados dentro de las normas indican que el tratamiento utilizado para la transformación de la grasa de pollo es un método eficaz, viable y confiable para garantizar la calidad de dichos productos y la seguridad alimentaria.

La ausencia de *Salmonella spp* tanto en aceites como en grasas, constituye un factor determinante en cuanto a la inocuidad del producto obtenido a partir de esta materia prima que es la grasa de pollo; debido a que con la esterilización (121°C a 30 y 45 minutos) realizada al aceite y la grasa de pollo se garantiza la letalidad de posible carga bacteriana y reduce la mayor parte de agentes contaminantes. Estos resultados pueden ser explicados con los estudios realizados por Juneja & Marks 2006, quienes consideran que la *Salmonella spp*, es el principal indicador de contaminación en carne de pollo y en productos cárnicos elaborados a base de ésta y que encontraron que el tratamiento térmico a 55°C en corto tiempo es letal para este microorganismo.

**Tabla 14.** Análisis microbiológicos para el aceite I y II

MUESTRA	AEROBIOS MESÓFILOS	MOHOS Y LEVADURAS	COLIFORMES TOTALES	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella spp</i>
Aceite I sin esterilizar	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	ausencia en 25 mL de muestra
Aceite I esterilizado a 121 °C 45 min	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	ausencia en 25 mL de muestra
Aceite II sin esterilizar	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	ausencia en 25 mL de muestra
Aceite II esterilizado a 121 °C 30 min	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	ausencia en 25 mL de muestra
Aceite II esterilizado a 121 °C 45 min	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	<10*10 UFC/mL c.e.	ausencia en 25 mL de muestra

Se observa también en las tablas que el recuento para *Escherichia coli* esta dentro de los límites permisibles para grasas y aceites comestibles, lo que indica que la materia prima no tiene contaminación de origen fecal o que el tratamiento térmico utilizado eliminó la presencia de este tipo de microorganismos.

Por otra parte el análisis estadístico revela que no existen diferencias altamente significativas entre los tiempos de pasteurización utilizados en los aceites con un nivel de confianza del 99 % ( $p \leq 0.01$ ), indicando que cualquiera de los dos tiempos utilizados pueden ser empleados para la esterilización de estos productos, además como las diferentes pruebas microbiológicas fueron negativas revelan que tanto el aceite como la grasa obtenida del proceso de transformación son ideales para el consumo humano o para ser utilizados en mezclas para la elaboración de otros productos.



**Tabla 15.** Análisis microbiológicos para la grasa I y II.

MUESTRA	AEROBIOS MESÓFILOS	MOHOS Y LEVADURAS	COLIFORMES TOTALES	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella spp</i>
Grasa I sin pasteurizar	<10*10 UFC/GR c.e.	<10*10 UFC/GR c.e.	<10*10 UFC/GR c.e.	<10*10 UFC/GR c.e.	ausencia en 25 gr de muestra
Grasa I pasteurizado a 121 °C 45 min	<10*10 UFC/GR c.e.	<10*10 UFC/GR c.e.	<10*10 UFC/GR c.e.	<10*10 UFC/GR c.e.	ausencia en 25 gr de muestra
Grasa II pasteurizado a 121 °C 30 min	<10*10 UFC/GR c.e.	<10*10 UFC/GR c.e.	<10*10 UFC/GR c.e.	<10*10 UFC/GR c.e.	ausencia en 25 gr de muestra
Grasa II pasteurizado a 121 °C 45 min	<10*10 UFC/GR c.e.	<10*10 UFC/GR c.e.	<10*10 UFC/GR c.e.	<10*10 UFC/GR c.e.	ausencia en 25 gr de muestra

En la tabla 16 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos realizados por Distraves, los cuales confirman los resultados obtenidos en este estudio y ratifican que el aceite de pollo puede ser incorporado en la industria alimenticia y por ende, apto para el consumo humano.







**Tabla 16.** Análisis microbiológicos para el aceite de pollo realizados por Distraves.

VALORES NORMALES	< 1.100	NEGAT.	< 1.000	< 500	NEGAT	CONCEPTO
PRODUCTO	E. COLI	SALMO.	CLOST.	ESTAF.	LISTERIA	A/NA
ACEITE DE POLLO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	ACEPTADO

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIONDIC, B. 1976. Gordura de galinha e frango. *Industria Alimentar*, 1, 25-29.
- CHIU, M.C. Y GOMES, M. 1998. Estudo da viabilidade para aproveitamento da gordura de aves de corte (Frango). En: Simpósio de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo, 6, São Carlos, 1998. Resumos. São Carlos: EESC, USP, p. 457, Abstr.
- GROMPONE, M. A., GUERRA, J. F., PAZOS, N. A., MÉNDEZ, E., LUCAS, E., JACHMANIÁN, I. y COLLAZI, P. (1994). Fraccionamiento térmico de aceite de pollo. *Grasas y Aceites*, 45, 390-344.
- GUNSTONE, F. 1997. *Fatty Acid and Lipid Chemistry*.
- ORTHOEFER, F. T. 1996. Vegetable oils. En: Hui, Y.H. (Ed.) *Bailey's industrial oil and fat products*. Wiley Interscience, New York, p.19-43.
- PEARL, G.G., 2001 Proc Mid-West Swine Nutrition Conf. Sept 5, Indianapolis, IN.
- VIAU, M. Y GANDEMER, G. 1991. Principales caractéristiques de composition des graisses de volaille. *Rev. Fr. Corps Gras*, 38, 171-177.
- VIAU, M. Y GANDEMER, G. 1991. Variability of quality of poultry fats. *Rev. Fr. Corps Gras*, 38, 363-366.
- VIZCARRONDO, C.A., DE PADILLA, F.C. Y MARTIN, E. 1998. Fatty acid composition of beef, pork, and poultry fresh cuts, and some of their processed products. *Arch. Latin. Amer. Nutr.* 48, 354-358.

## 5. CONCLUSIONES

-  La tecnología utilizada para la transformación de la grasa avícola resulta viable como alternativa para el manejo y aprovechamiento de este subproducto agroindustrial otorgándole de esta forma un valor agregado.
-  El proceso térmico empleado resulta eficaz para la eliminación del mayor porcentaje de humedad de la grasa de pollo.
-  La filtración permite la separación de los residuos sólidos como la proteína del aceite obtenido a partir de la grasa de pollo.
-  No existen diferencias altamente significativas en cuanto a los tiempos evaluados en el proceso de esterilización de la grasa de pollo.
-  No existen diferencias altamente significativas entre los índices de yodo, saponificación, acidez y peróxidos del aceite obtenido con respecto al aceite de oliva.
-  El aceite y la grasa obtenidos a partir del proceso de transformación de acuerdo al control de calidad realizado, resultan aptos para el consumo humano, y por ende, pueden ser incorporados en la industria alimenticia.

## **6. RECOMENDACIONES**

La caracterización de la proteína obtenida en el proceso de transformación de la grasa de pollo y estudio de la factibilidad de utilizarla en formulaciones de concentrados para animales.

La evaluación técnica-económica del diseño y construcción de una planta piloto para la transformación de los residuos procedentes de la planta de sacrificio avícola en aceite y subproductos de alto valor agregado para la industria alimenticia.

Realizar un estudio detallado de las propiedades del aceite de pollo como biocombustible.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- AFOA. 1999. Trading and Arbitration Rules. American Fats and Oils Association, Inc.
- A.O.C.S., Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists Society; 2a. ed.;1963.
- A.O.A.C., Association of Official Agricultural Chemists, 15 ed., 1990.
- Bacteriological Analytical Manual. 1984. Food and Drugs Administration FDA. Bureau of Foods. Division of Microbiology. 6a Ed. Washington D.C.
- BALCÁZAR, A. V., VARGAS, A, y OROZCO, A. M. Del proteccionismo a la apertura. ¿El camino a la modernización agropecuaria? Centro de Estudios Agrícolas y ganaderos. *En*: <<http://www. cega. Misión rural>>. 1998; 106p.
- BALCI, A. y WILBEY, R. 1999. High pressure processing of milk – the first 100 years in the development of a new technology. International Journal of Dairy Technology, 52(4), 149-155.
- BARBUT, S. 2002. Poultry products-formulations and gelation. Poultry Products Processing. An Industry Guide (Chap. 9). 249-288. Boca Raton. Fl: CRC Press LLC.
- BENITO, A. *et al*, 1999. Variation in resistance of natural isolates of *Escherichia coli* O157 to high hydrostatic pressure, milc heat, and other stresses. Applied and Environmental Microbiology, 65(4), 1564-1569.

- BEUMER, H. y AFB VAN DER POEL, 1997. Feedstuffs Dec 29. Sreenivas, P.T. 1998 Feed Mix. 6 (5):8.
- BIBLIO DE LA TABLAS FEDNA, 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). C. de Blas, G.G. Mateos y P.Gª. Rebollar (eds.). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 pp.
- BIONDIC, B. 1976. Gordura de galinha e frango. Indústria Alimentar, 1, 25-29.
- BROOKS, P. 1989. National Renderers Association Inc. Technical Services Publication
- BUTZ, P. *et al*, 1996. Response of immobilized *Bacillus subtilis* alpha-amylase to high pressure treatment. Food Biotechnology, 10(2), 93-103.
- BUTZ, P. y TAUSCHER, B. 2000. Recent studies on pressure-induced chemical changes in food constituents. High Pressure Research, 19(1-6), 401-408.
- CAHANER, A., NITSAN, Z. y Nir, I. 1986. Weight and fat content of adipose and nonadipose tissues in broilers selected for or against abdominal adipose tissue. *Poult. Sci.* 65, pp. 215-222.
- CAPELLAS, M. *et al*, 2003. Inactivation of spores of *Bacillus cereus* in cheese by high hydrostatic pressure with the addition of nisin or lysozyme. Journal of Dairy Science, 86(10), 3075-3081.
- CASTELLO, J. A. 2002. La industria del pollo para carne. En: Real Escuela de Avicultura. (Ed). Producción de carne de pollo 2ª. Ed. (Cap. 1). 15=38.

- CHARLES, D. R. 2003. Poultry meta: a food for today. Foodinfo Online Features. FIS Publishing. Disponible en URL: <http://www.foodsciencecentral.com/fsc/ixid11702>.
- CHÉRET, R. 2005. effet des hautes pressions sur les indicateurs de maturation de la viande et d'altération du muscle de poisson. Ecole Nationale d'Ingénieurs des Techniques des industries Agricoles et Alimentaires. Université de Nantes, France. Thèse de Doctorat.
- CHIBA, L. I. et al. 1987. American Society of Agricultural Engineers, 30 (2):464.
- CHIU, M.C. Y GOMES, M. 1998. Estudo da viabilidade para aproveitamento da gordura de aves de corte (Frango). En: Simpósio de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo, 6, São Carlos, 1998. Resumos. São Carlos: EESC, USP,, p. 457, Abstr.
- CHIU, M.C, GIOIELLI L. A & SOTERO V. S. 2002. Estudio del Fraccionamiento de la grasa abdominal de pollo En: Departamento de Tecnología Bioquímico- Farmacéutica - Facultad de Ciencias Farmacéuticas - Universidad de Sao Paulo. Vol. 53. Fasc. 3 (2002), 298-303.
- CRAWFORD, Y. *et al*, 1996. Use of high hydrostatic pressure and irradiation to eliminate *Clostridium sporogenes* spores in chicken breast. Journal of Food Protection, 59(7), 711-715.
- CRISTANCHO, B. 2003. ELABORACION DE UN CHICHARRON A BASE DE PIEL DE POLLO COMO ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO DE UN SUBPRODUCTO AVICOLA. Tesis de grado para optar al titulo de Ingeniero de Alimentos. Universidad de Pamplona

- DEROUCHEY, J. M. *et al.* 2004. J. American Society of Agricultural Engineers. Sci. 82:2937-2944.
- FAO Dirección de estadística. 2007. Análisis global de mercado. Carne y productos carnicol. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Disponible en URL:  
<http://www.fao.org/docrep/010/ah864e09.htm>.
- FAO Dirección de estadística. 2007. Principales productores de alimentos y productos agrícolas: carne de pollo. Organización las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Disponible en URL:  
<http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.html?lang=es&item=1094&year=2005>.
- FAO. Mercados Mundiales [http:// www.agocadenas.gov.co/inteligencia/int-pollo](http://www.agocadenas.gov.co/inteligencia/int-pollo)
- FEDERACIÓN NACIONAL DE AVICULTORES. La avicultura Colombiana. Resultados y expectativas 2001-2002. En: <http://www.fenavi.org.co>.
- FENAVI. Pollo estadísticas. En: <http://www.fenavi.org/mercapollo.htm>.1980
- GILLIN, E.D. 2002. World egg production, trade and supply: Present and future. En: E.Fallou, editores. International Network for Family Poultry Development Newsletter. 11, 2-9. Disponible en URL:  
<http://www.fao.org/againfo/subjects/en/infpd112.pdf>.



- GOULD, G. y SALE, A. 1970. Initiation of germination of bacterial spores by hydrostatic pressure. *Journal of General Microbiology*, 60, 335-346
- GRIFFIN H. D., y HERMIER, D. 1988. Plasma lipoprotein metabolism and fattening in poultry. In: *Leanness in Domestic Birds*. p.p.: 175-201. Ed. By Leclercq B. And Whitehead C.C.: 175-201.
- GROMPONE, M. A., GUERRA, J. F., PAZOS, N. A., MÉNDEZ, E., LUCAS, E., JACHMANIÁN, I. y COLLAZI, P. (1994). Fraccionamiento térmico de aceite de pollo. *Grasas y Aceites*, 45, 390-344.
- GRUMMER, R. R. 1992. In: A. M. Pearson and T. R. Dutson (Ed.) *Inedible Meat By-Products – Advances in Meat Research*. Volume 8. pp 113 – 148. Elsevier Science Publisher. London.
- GRUMMER, R. and RABELO, E. 1998. Proc. Professional Dairy Mgt. Seminar. June 23-24. Dubuque, IA.
- GUNSTONE, F. 1997. *Fatty Acid and Lipid Chemistry*.
- HEWSON, P. F.S. 1986. Origin and development of the british poultry industry: the first hundred years. *British Poultry Science*, 27, 525-539.
- International Union of Pure and Applied Chemistry. *Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Soaps*. 1964. II. D.1.
- ISO 6579. 1990. Microbiology-General guidance on methods for detection of Salmonella. International Organization for Standardization. Second edition.
- JORGENSON, H., W. C. SAUER y P. A. THACKER 1984. *J. Anim. Sci.* 58:926

- LAMELAS, K. I, SCHANG, M. J, ASAD, A. Mitos y Verdades sobre la carne de pollo. Módulo 3. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA Dirección de Ganadería). 2002. PRONAP: 87 – 92.
- LEE K. T & FOGLIA T. A. 2000. Synthesis, purification, and characterization of structured lipids produced from chicken fat. J. Am. Oil Chem. Soc. 77, 1027-1034.
- LÓPEZ, J.L. 1986: "Manual práctico de alimentación sana". Ed. EDAF, Madrid.
- LÓPEZ, T. *et al*, 2003. Evaluation of the importance of germinative cycles for destruction of *Bacillus cereus* spores in miniature cheeses. High Pressure Research, 23(1-2), 81-85.
- MATEOS., G.G. 2002. Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas. *Departamento de Producción Animal* Universidad Politécnica de Madrid.
- MAYER, R. 2000. Ultra high pressure, high temperature food preservation process. R.S.Mayer, assignee. United States Patent Application. (US P 6177115).
- MCCHESENEY, D.G., KAPLAN, G.y GARDNER, P. 1995. Feedstuffs. Feb 13. pp 20 y 23. Canadian Food Inspection Agency, 1999 Sampling Report.
- METRICK, C., HOOVER, D. y FARKAS, D. 1989. Effects of high hydrostatic-pressure on heat-resistant and heat-sensitive strains of *Salmonella*. Journal of Food Science, 54(6), 1547.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. La cadena de alimentos balanceados para animales (ABA) en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica. En: <http://www.agrocadenas.gov.co>.
- NORMA ISO 7954. 1987. Microbiology - General Guidance for Enumeration of Yeast and Moulds - Colony Count Technique at 25 °C. International Organization for Standardization.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-114-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE SALMONELLA EN ALIMENTOS.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-111-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. METODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS EN ALIMENTOS.
- NORMA-Z-013/02. 1981. Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
- NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine (10th Rev. Ed.). National Academy Press. Washington D.C.
- OART, M. D. *et al.* 1992. Fats and Proteins Research Foundation Director's Digest # 272.
- ORTHOEFER, F. T. 1996. Vegetable oils. En: Hui, Y.H. (Ed.) Bailey's industrial oil and fat products. Wiley Interscience, New York, p.19-43.

- PATTERSON, M. F. 2005. Microbiology of pressure-treated foods. *Journal of Applied Microbiology*, 98(6). 1400-1409.
- PEARL, G.G., 2001 Proc Mid-West Swine Nutrition Conf. Sept 5, Indianapolis, IN.
- PFAFF, F. E. & AUSTIC, R. E. 1976. Influence of diet on development of the abdominal fat pad in the pullet. *J. Nutr.* 106, pp. 443-450.
- POTTER, N, HOTCHKISS, J. 1995. Ciencia de los Alimentos. Editorial *Aspen Publishers, Inc.* Capitulo 14. Pág. 347 – 377.
- Protocolo NF ISO 4832, 1991 para recuento de coliformes totales en placa.
- Protocolo NF ISO 4833, 2003 para recuento de aerobios mesófilos.
- Protocolo NF ISO 6579, 2002 para *Salmonella sp*
- Protocolo NF ISO 7954, 1988 para recuento de mohos y levaduras.
- REDDY, N. *et al*, 1999. Inactivation of *Clostridium botulinum* type E spores by high pressure processing. *Journal of Food Safety*. 19(4), 277-288.
- REDDY, N. 2006. Inactivation of *Clostridium botulinum* nonproteolytic type B spores by high pressure processing at moderate to elevated high temperatures. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 7(3), 169-175.

- SÁNCHEZ J & ROMERO D. 2003. Elaboración del chicharrón a base de piel de pollo como aprovechamiento de este subproducto. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero de Alimentos. Universidad de Pamplona.
- SCHAEFFER, I. KAKOMA y PEARL, G. 2001. Directors Digest #312 Fats and Proteins Research Foundation, Inc.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. NOM-008-SCFI-1993. Norma Oficial Mexicana. Sistema General de Unidades de Medida.
- SHERRY, A., PATTERSON, M. y MADDEN, R. 2004. Comparison of 40 *Salmonella enterica* serovars injured by thermal, high-pressure and irradiation stress. Journal of Applied Microbiology, 96(4), 887-893.
- SMELT, D. 1998. Recent advances in the microbiology of high pressure procesing. Trends in Food Science and Technology, 9(4), 152-158.
- STANIER, R *et al.* 1996. "Microbiología" Ed. Reverté. Barcelona.
- TARAZONA W. 2006. Utilización de un subproducto avícola en la elaboración de productos cárnicos. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero de Alimentos. Universidad de Pamplona.
- TORRESANI E., SOMOZA M. I. Lineamientos para el cuidado nutricional. Buenos Aires Argentina. 1999.: 513 – 529.
- VANDERZANT F., CARLAND S., y DON F. 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association. Washington, D.C.

- VIAU, M. Y GANDEMER, G. 1991. Principales caractéristiques de composition des graisses de volaille. *Rev. Fr. Corps Gras*, 38, 171-177.
- VIAU, M. Y GANDEMER, G. 1991. Variability of quality of poultry fats. *Rev. Fr. Corps Gras*, 38, 363-366.
- VIZCARRONDO, C.A., DE PADILLA, F.C. Y MARTIN, E. 1998. Fatty acid composition of beef, pork, and poultry fresh cuts, and some of their processed products. *Arch. Latin. Amer. Nutr.* 48, 354-358.
- WEST, B. & ZHOU, B. X. 1989. Did chickens go north? New evidence for domestication. *World's Poultry Science Journal*, (45). 205-218.
- WHITEHEAD, C.C & GRIFFIN H. D. 1984. Development of divergent lines of lean and fat broilers using plasma very low density lipoprotein concentration as selection criterion: the first three generations. *Br Poultry Sci.* 25, pp. 573-582.
- WINDHORST, H. W. 2003. Patrones regionales de la producción europea y mundial de broilers y del comercio de carne de pollo. *Selecciones Avícolas*, 45(1), 9-21.

# **ANEXOS**

## ANEXO A

**Tabla A1.** Análisis de varianza para los diferentes tipos de aceite.

### ANOVA<sup>a,b</sup>

			Método único				
			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
VALOR	Efectos principales	(Combinadas)	70769,537	7	10109,934	26,384	,000
		marca de aceite	3071,631	4	767,908	2,004	,158
		características del aceite	67697,906	3	22565,969	58,890	,000
	Modelo		70769,537	7	10109,934	26,384	,000
	Residual		4598,270	12	383,189		
	Total		75367,807	19	3966,727		

a. VALOR por marca de aceite, características del aceite

b. Todos los efectos introducidos simultáneamente

### Hipótesis:

Ho: No hay diferencias entre las marcas de aceites

Ho: No hay entre las características de los aceites

Ha: Si hay

### Conclusiones al 1% y 5%

Como  $f_{calculado} = 2,004 < f_{tabla} = 7,85$  se acepta la Ho es decir no hay diferencias entre las marcas de aceites.

Como  $f_{calculado} = 58,890 > f_{tabla} = 7,85$  se rechaza Ho es decir hay diferencias significativas altamente significativas entre las características de los aceites.



**Tabla A2.** Datos empleados para realizar la prueba de Duncam

Informe		
VALOR		
oliva	Media	72,22825
	N	4
	Desv. típ.	91,77355
1sin pasteurizar	Media	43,95250
	N	4
	Desv. típ.	68,77512
1pasteurizado	Media	39,79250
	N	4
	Desv. típ.	54,93046
2sin pasteurizar	Media	38,11250
	N	4
	Desv. típ.	48,97283
2pasteurizado	Media	47,74750
	N	4
	Desv. típ.	74,36821
Total	Media	48,36665
	N	20
	Desv. típ.	62,98196

Ho: No hay diferencia entre las medias

Ha: Si hay

Como los Rp calculados son menores que los Rp de tabla se acepta la Ho, es decir no hay diferencias altamente significativas entre las medias de las características de los aceites

## ANEXO B

**Tabla B1.** Análisis de varianza con respecto al tiempo de esterilización.

ANOVA<sup>a,b</sup>

			Método único				
			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
VALOR	Efectos principales	(Combinadas)	78405,973	6	13067,662	40,556	,000
		marca de aceite	2764,459	2	1382,229	4,290	,049
		características del aceite	75629,264	3	25209,755	78,240	,000
		tiempo de los aceites	7,899E-28	1	7,899E-28	,000	1,000
	Modelo		78405,973	6	13067,662	40,556	,000
	Residual		2899,889	9	322,210		
Total			81305,862	15	5420,391		

a. VALOR por marca de aceite, características del aceite, tiempo de los aceites

b. Todos los efectos introducidos simultáneamente

Ho: No hay diferencia entre los aceites

Ho: No hay diferencia entre los tiempos de esterilización

Ho; No hay diferencia entre las iteraciones

Ha: Si hay

Conclusiones al 1% y 5%

Como  $f_{calculado} = 30.996 > f_{tabla} = 13.27$  se rechaza la Ho es decir hay diferencias altamente significativas entre las iteraciones.

Como  $f_{calculado} = 2.715 < f_{tabla} = 13.27$  se acepta Ho es decir no hay diferencias significativas, ni altamente significativas entre los tiempos de las marcas de los aceites.

**Tabla B2.** Datos empleados para realizar la prueba de Duncam

**Informe**

VALOR

oliva	Media	72,22825
	N	8
	Desv. típ.	84,96580
2 pasteurizar30	Media	47,74750
	N	4
	Desv. típ.	74,36821
2paste 45	Media	44,24750
	N	4
	Desv. típ.	61,65213
Total	Media	59,11288
	N	16
	Desv. típ.	73,62330

Conclusiones al 1% y 5%

No hay diferencias significativas, ni altamente significativas entre los tiempos empleados en el proceso de esterilización.

## ANEXO C



**COLCIENCIAS**  
C O L O M B I A



---

Preproyecto

---

Convocatoria

Código proyecto

**Título Proyecto**

**DISEÑO Y EVALUACIÓN TÉCNICA DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA TRANSFORMACIÓN DE GRASA POLLO EN MATERIA PRIMA OPTIMA PARA LA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

Entidad que Avala

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

Programa

Áreas de investigación

---

Investigador Principal

Nombre

**Eliseo Amado González**

Correo

[eamado@unipamplona.edu.co](mailto:eamado@unipamplona.edu.co)

Dirección

Ciudad

Pamplona

Teléfono

---

**Descripción Proyecto**

**Problema Científico**

En la industria colombiana se están procesando 31838 toneladas de piel de pollo, en un sin numero de empresas a nivel nacional, en donde uno de los puntos críticos están representados en las grandes cantidades de piel de pollo que se genera durante el sacrificio, los cuales por falta de alternativas tecnológicas se convierten en residuos orgánicos altamente contaminantes con un incremento elevado en el costo que representa el almacenamiento de este producto por el gasto energético, de igual forma se presentan limitaciones

locativas en dichas industrias para continuar con la conservación de este residuo. En consecuencia, se presenta una enorme limitante para la acreditación de las industrias avícolas en parámetros como BPM, ISO y HACCP.

Actualmente, en las Distribuidoras Avícolas del departamento de Santander se generan aproximadamente 80 ton de grasa avícola mensuales (grasa derivada de las vísceras, piel y plumas), proveniente del sacrificio de los pollos, lo que conlleva a un impacto ambiental negativo puesto que esta es difícil de degradar, y su almacenamiento genera altos costos, siendo necesario un tratamiento que permita el manejo y aprovechamiento de la grasa avícola para su incorporación en la cadena alimenticia, lo que generaría un valor agregado.

**Objetivo General**

Diseñar y evaluar la viabilidad técnica de una planta piloto para la transformación de grasa avícola en materia óptima para la industria alimenticia.

**Objetivos Específicos**

Desarrollar y elaborar el manual de bases de diseño de la planta piloto para la transformación de grasa avícola.

Formular las posibles alternativas de diseño y evaluar los criterios técnicos y económicos para los mismos.

Realizar el dimensionamiento y especificaciones de los equipos y accesorios principales del proceso.

Elaborar la documentación necesaria para el inicio de la construcción de la planta piloto para la transformación de grasa avícola.

Generar conciencia empresarial, social, ambiental y tecnológicamente competitiva en el sector avícola.

**Justificación**

Las industrias avícolas serían los beneficiarios directos de este proyecto, siendo la zona de Santander una de las más favorecidas por ser un departamento industrial, con un 17.73% de participación regional en la producción de pollo. Con este proyecto se busca generar procesos de transformación de las grasas avícolas, permitiendo ser tratadas a medida que se vayan produciendo, evitando de esta manera, que se conviertan en foco de contaminación y disminuyendo los gastos de almacenamiento, además, las divisas que se utilizan para la importación de grasa que se incorpora en la industria

de concentrados, serían destinadas a la generación de nuevas industrias a través de la creación de una planta piloto y por ende, nuevas fuentes de empleo.

Además, el reciclaje de subproductos de origen animal debe estar orientado hacia el aseguramiento de la calidad de los alimentos y la protección de la salud humana y animal, lo cual convierte el proceso de reciclaje en un método eficaz de garantizar la bioseguridad.

### **Enfoque Metodológico**

El proyecto será ejecutado en distintas fases que se llevarán a cabo, en algunos casos simultáneamente y en otros de manera secuencial, como se muestra en el cronograma de actividades. Esta división obedece a la necesidad de distribuir esfuerzos del grupo de investigadores, a la vez que se tendrá una forma de medir el avance en tiempo y evaluar el cumplimiento de los objetivos de cada fase.

Como ya se ha realizado una previa evaluación del proceso de transformación de la grasa avícola a escala de laboratorio teniendo en cuenta sus características físico-químicas, microbiológicas, la disponibilidad con que se cuenta dicho residuo; se ha hecho una proyección para la transformación de las 80 toneladas de grasa avícola generadas mensualmente por parte de la industria, lo cual resulta viable y permitiría escalar el proceso a planta piloto.

Basada en la información recopilada en la previa evaluación del proceso se procederá a realizar el diseño de la planta piloto, que contempla las siguientes fases:

**FASE I: Elaboración del Manual de Bases de Diseño (DBM):** el objetivo es generar un documento donde este contenida toda la información que conforman las bases de diseño, este documento contempla lo siguiente:

- Especificación de Materias Primas e insumos.
- Especificaciones de Productos y propiedades de subproductos.
- Disponibilidad y características de los servicios industriales (vapor, agua de enfriamiento, aire, combustibles, etc.).
- Establecimiento de la capacidad de procesamiento y producción de la planta.
- Logística de almacenamiento, manejo y distribución de Materias Primas, Productos, Servicios e Insumos.

- Selección del sitio de instalación de la planta.
- Condiciones Ambientales predominantes.
- Estándares de Diseño y de Seguridad a ser empleados.

**FASE II: Ingeniería Conceptual:** En esta fase se plantean las posibles vías para la obtención del producto deseado, se caracteriza cada una de ellas, desde el punto de vista técnico y económico, con el fin de proceder a seleccionar la que se ajuste mejor a los objetivos planteados en el proyecto. Para que la evaluación se realice sobre la misma base se elaboraran matrices de evaluación en las cuales estarán contenidas los criterios técnicos y económicos de comparación, previamente ponderados. Contempla como productos de esta etapa los siguientes aspectos:

- Elaboración de matrices de evaluación Técnica y Económica para las alternativas.
- Balance de masa
- Elaboración de “Diagrama de Flujo de Proceso” preliminar
- Diseño Preliminar de Especialidades y Estrategias de Control.
- Elaboración de “Diagrama de Instrumentación y Tuberías” preliminares.
- Elaboración de “Hojas de Cálculo de Equipos de Proceso” (Process Data Sheet) preliminares.
- Elaboración de “Listas de Instrumentos” y “Listas de tuberías” preliminares.
- Estimado de Costos Clase V (Incertidumbre de 50 %)

**FASE III: Ingeniería Básica:** En esta etapa se procede al dimensionamiento y especificación de los equipos mayores de proceso y de instalaciones accesorias. Como resultado se obtendrán los siguientes documentos:

- Especificación y Dimensionamiento de los equipos principales de Proceso.
- Emisión de “Hojas de Datos de Proceso Definitiva” de los equipos mayores.
- Elaboración de la propuesta final de diseño definitivo
- Diseño Final de Especialidades y de Automatización
- Elaboración de Diagrama de Instrumentación y Tuberías definitivo.

- Elaboración del Diagrama Unificar definitivo.
- Elaboración de Lista de Instrumentos definitiva
- Elaboración de Lista de Tuberías y Accesorios definitiva
- Elaboración de “Especificaciones de Tubería y Accesorios” definitivas
- Elaboración de “Especificaciones de Instrumentos” definitivas
- Elaboración de Listas de Materiales de Construcción. definitivas
- Diagramas de salvaguarda (bloqueo y despresurización equipos en caso de emergencia).
- Diagramas de bandera
- Estimado de Costos Clase II (Incertidumbre de 10%)

**FASE IV: Ingeniería de Detalle:** En esta etapa se formalizará la documentación necesaria para el inicio de la construcción de la planta y contará con los siguientes elementos:

- Elaboración de Diagramas de Procesos y Servicios, Plot Plant, Diagramas de Cableado, Diagramas de Electricidad.
- Elaboración de Planos de Construcción (civiles, mecánicos, instrumentación, electricidad)
- Elaboración de Manuales (proceso, operación, mantenimiento, pre-commissioning y commissioning).
- Diseño y Distribución de la Base de Datos de control del Sistema.

#### **Resultados Esperados**

De ser aprobada la propuesta se diseñará una planta piloto para la transformación de los residuos procedentes de la planta de sacrificio avícola en aceite y subproductos de alto valor agregado empleando una tecnología limpia y amigable con el medio ambiente permitiendo el aprovechamiento de la grasa generada por la industria.

---

#### **Palabras Claves**

---

Grasa avícola, Transformación, Industria alimenticia, planta piloto



### Cronograma de Actividades.

ACTIVIDAD / AÑO	2008				2009			
1. Fase I								
2. Fase II								
3. Fase III								
4. Fase IV								

**FASE I: Elaboración del Manual de Bases de Diseño**

**FASE II: Ingeniería Conceptual**

**FASE III: Ingeniería Básica**

**FASE IV: Ingeniería de Detalle**

### Recursos Humanos (miles de \$)

INVESTIGADOR / EXPERTO/ AUXILIAR	FORMACIÓN ACADÉMICA	FUNCIÓN DENTRO DEL PROYECTO	DEDICACIÓN (HORAS/semana)	Contrapartida			TOTAL
				Colciencias	Entidad	Otras fuentes	
ELISEO AMADO GONZALEZ	Ph.D	Investigador principal	10		30.000,00		30.000,00
HEIDY MILENA HERRERA	MICROBIOLOGA	Coinvestigador	15	28796.625			28796.625
DIANA ANGARITA ARIAS	QUIMICA	Coinvestigador	15	28796.625			28796.625
ROCCO TARANTINO	Ph D	Asesor	5		15.000,00		15.000,00
LEONARDO MANZANO PAREDES	Diseñador Industrial	Joven Investigador	20	398395.5			398395.5
	Ing. Industrial	Joven Investigador	20	398395.5			398395.5
	Ing. Mecatrónico	Joven Investigador	20	398395.5			398395.5
<b>TOTAL</b>				1252779.75	45000.00		1297779.75

### Grupos

**Nombre Grupo**

**Código Grupo Lac**

Energía, Transformación Química y Medio Ambiente COL 0033191