



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**Estudio del comportamiento térmico de carne de cuy
comparado con otros tipos de carnes**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERA EN ALIMENTOS**

Autor:

María Soraya Loaiza Muñoz

Director:

Piercosimo Tripaldi

Cuenca – Ecuador

Julio, 2021

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo con todo mi corazón y cariño a mis padres Hugo y Arlene por todo el esfuerzo que hicieron para que esto se haga posible, este logro se los debo a Uds. Hoy soy el resultado de su vida llena de esfuerzos, el reflejo de sus sueños y todo lo que Uds. me han enseñado a ser.

A mi hermana Taty por toda su ayuda y sus sabios consejos que me ayudaron a formarme como profesional.

A mis abuelitos y a toda mi familia que de una u otra forma siempre estuvieron pendientes de mí y me brindaron su ayuda.

Con el cariño más bonito a Juan Javier quien compartió conmigo y fue testigo de todo este proceso, quien me motivaba día a día y nunca me dejó sola.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por haberme dado la sabiduría y fortaleza para lograr esta meta y nunca haberme dejado sola.

A mi director de trabajo de titulación Dr. Piercosimo Tripaldi, por haber confiado en mí, por brindarme su orientación, sus conocimientos y por ayudarme durante todo este proceso.

A mis amados padres por creer y confiar en mí, por ser mi pilar fundamental y motor de mi vida.

A la Universidad del Azuay y a los integrantes de la carrera de Ingeniería en alimentos por haberme ofrecido su ayuda para formarme como profesional, en especial al Mgst. Andrés Pérez y a la Ing. Alicia Peña, por todas sus valiosas recomendaciones otorgadas, por compartir sus conocimientos conmigo y por toda su paciencia.

A Juan Javier, por estar a mi lado en todo momento, por motivarme y ayudarme siempre. Gracias por estar conmigo en esta etapa de mi vida.

Por último, a mis compañeros de la carrera quienes me brindaron su amistad y todo su apoyo. Gracias por todos los momentos de felicidad, por regalarme su amistad sincera y por toda su ayuda brindada cuando más lo necesite.

Estudio del comportamiento térmico de carne de cuy comparado con otros tipos de carnes

RESUMEN

La carne de cuy es un alimento asociado a una tradición y cultura en la ciudad de Cuenca con un alto nivel de consumo, sin embargo, por escasas de información sobre sus propiedades nutricionales, se ha dejado de lado su uso para procesos alimentarios industrializados. La presente investigación tuvo como propósito evaluar e identificar el comportamiento térmico de la carne de cuy (*cavia porcellus*) mediante el método de DSC, donde se analizaron tres muestras de la carne de cuy (brazo) y tres muestras de la carne de pollo (piernas y pechuga); donde se realizó una comparación entre los dos tipos de carnes. Obteniéndose resultados positivos ya que las dos muestras tuvieron un comportamiento térmico muy similar. Además, se obtuvo resultados gráficos y energéticos del comportamiento térmico de la carne de cuy.

Palabras clave: Comportamiento térmico, *Cavia porcellus*, Cuy, DSC.



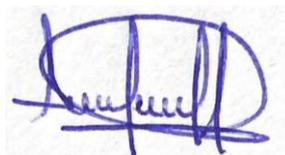
Dr. Piercosimo Tripaldi

Director de tesis



Ing. María Fernanda Rosales

**Coordinadora de la Escuela
Ingeniería en Alimentos.**



María Soraya Loaiza Muñoz

Autora

Study of the thermal behavior of guinea pig meat compared to other types of meat

ABSTRACT

Guinea pig meat is a food associated with a tradition and culture in the city of Cuenca with a high level of consumption, however, due to lack of information on its nutritional properties, its use for industrialized food processes has been put aside. The purpose of this research was to evaluate and identify the thermal behavior of guinea pig meat (*cavia porcellus*) using the DSC method, where three samples of guinea pig meat (arm) and three samples of chicken meat (legs and breast); where a comparison was made between the two types of meat. Obtaining positive results since the two samples had a very similar thermal behavior. In addition, graphic and energetic results of the thermal behavior of guinea pig meat were obtained.

Keywords: Thermal behavior, *Cavia porcellus*, Guinea pig, DSC.



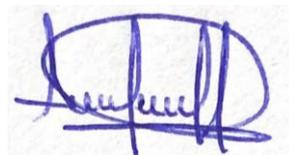
Dr. Piercosimo Tripaldi

Thesis Director Coordinator



Ing. María Fernanda Rosales

Food Engineering Faculty

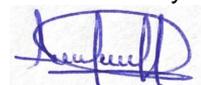


María Soraya Loaiza Muñoz

Author



Translated by



María Soraya Loaiza Muñoz

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
INTRODUCCIÓN	1
La Carne	1
Contexto.....	1
La carne de pollo.....	1
Características de la carne de pollo	1
Propiedades de la carne de pollo	2
El cuy	2
La carne de cuy.....	2
Características de carne de cuy.....	3
Valor nutricional y composición química de la carne de cuy.	3
Desnaturalización de la carne	4
Funcionamiento del calorímetro diferencial de barrido.....	6
Termograma del calorímetro diferencial de barrido.....	7
Capacidad calorífica.....	7
Tipos de calorímetro diferencial de barrido.	7
Principio del DSC.	8
Propiedades térmicas de la carne de cerdo y pollo.....	9
Calorimetría diferencial de barrido en carnes de cerdo, pollo y res	9
DSC en carne de res.....	11
DSC en carne de cerdo.....	12
CAPITULO 2	14
MATERIALES Y MÉTODOS	14
Obtención de la materia prima	14
Calorimetría diferencial de barrido	14
Obtención y reconstrucción de termogramas del DSC.	15
CAPITULO 3	18
RESULTADOS	18
Análisis térmicos en muestras de cuy y pollo.....	18
Termogramas obtenidos en DSC.....	18
Aplicación de gaussianas para descomponer los termogramas.	19

Gráfica de termogramas originales y reconstruidos.	19
Valores obtenidos de los estudios térmicos en la carne de cuy y de pollo.	22
CAPITULO 4	24
DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	24
Discusión.....	24
Conclusión	25
Bibliografía	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento de las proteínas de la carne al variar la temperatura.....	4
Figura 2. Modalidad del equipo para análisis diferencial de barrido (DSC).....	6
Figura 3. Esquema del equipo de monitoreo del calorímetro diferencial de barrido.	7
Figura 4. Representación del flujo de calor.....	7
Figura 5. Calentamiento de la celda del DSC.....	8
Figura 6. Curvas térmicas de diferentes tejidos musculares nativos de: a) Muslo de pollo b) Cordero c) Cerdo d) Res)	10
Figura 7. Curvas térmicas DSC del músculo del muslo de pollo y sus diversos componentes proteicos, solos y en combinación: a) músculo nativo; b) proteínas sarcoplásmicas; c) músculo nativo + proteínas sarcoplásmicas; d) tejido conectivo; e) músculo nativo + tejido conectivo; f) actina; y g) miofibrillas aisladas	10
Figura 8. Rango de temperatura de desnaturalización de las principales proteínas según los datos	11
Figura 9. Termogramas temperatura y flujo de calor en carne tipo fresca.	12
Figura 10. Cambios de coloración en muestras cárnicas frescas (CF) y tratadas con 3 y 6% de Na Cl sometidas a 100 y 600 MPa	12
Figura 11. Esquema del sistema a compensador de flujo	14
Figura 12. Ejemplo de la aplicación del solver presentado por Bampi.	15
Figura 13. Parametros del solver de Excel propuestos por Bambi	16
Figura 14. Construcción de la línea de base y la corrección del termograma	18
Figura 15. Termograma del intervalo de desnaturalización de las proteínas: (1) miosina, (2) proteínas sarcoplasmaticas y tejido conectivo, (3) mioglobinas, (4) actina.	18
Figura 16. Termograma original del comportamiento térmico del Cuy (brazo)	20
Figura 17. Gaussiana representando el pico N° 1.	20
Figura 18. Gaussiana representando el pico N° 2	20
Figura 19. Gaussiana representando el pico N° 3.	21
Figura 20. Gaussiana representando el pico N° 4.	21
Figura 21. Deconvolución del termograma original y su convolución con las gaussianas.....	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Información nutricional de la pechuga de pollo por 100 g	2
Tabla 2. Composición química de la carne de cuy.....	3
Tabla 3. Composición de la carne de cuy en comparación con otras carnes	4
Tabla 4. Contenido de macronutrientes de la carne de cuy por 100 g.....	4
Tabla 5. Propiedades térmicas de las carnes frescas	9
Tabla 6. Composición química de la carne cruda y descongelada.....	13
Tabla 7. Valores obtenidos posterior a la optimización	19
Tabla 8. Resumen de los resultados de los estudios térmicos del comportamiento del brazo del cuy.....	22
Tabla 9. Resumen de los resultados de los estudios térmicos del comportamiento de la carne de la pierna del pollo y de las pechugas.	22
Tabla 10. Análisis de la varianza aplicada al comportamiento térmico de las muestras	23

María Soraya Loaiza Muñoz

Trabajo de Titulación

Dr. Piercosimo Tripaldi

Julio, 2021

Estudio del comportamiento térmico de carne de cuy aplicando Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) comparado con otros tipos de carnes

INTRODUCCIÓN

1.1 La Carne

1.1.1 Contexto

La carne es el tejido muscular de los animales que se utiliza en forma directa o procesada. La cual está constituida por agua, grasa, sales e hidratos de carbono. La composición varía según la clase de carne. La calidad depende en gran parte de la edad del animal y la calidad del sacrificio. (Bogner, 2011)

La carne es la parte muscular de los animales de abasto constituida por todos los tejidos blandos que rodean el esqueleto, incluyendo nervios y aponeurosis. Se considera carne el diafragma, no los músculos del aparato hioideo, corazón, esófago y lengua. (Bogner, 2011)

1.1.2 La carne de pollo

Se denomina carne de pollo a los tejidos procedentes de la variedad de pollo "Gallus gallus" una especie de gallinácea de cría que, por su economía, precio, múltiples usos y opciones culinarias representa un alimento muy habitual en la gastronomía, el pollo es el ave macho o hembra, sacrificada con la edad máxima de 20 semanas (5 meses) y un peso que en tres meses se consigue aproximadamente 1 a 3 kilos de esta ave. Debido a su gran versatilidad en la cocina y a su precio económico, es un alimento muy común en todos los hogares. (Morato, 2012)

1.1.2.1 Características de la carne de pollo

La carne de pollo se destaca por tener un buen valor nutritivo, lo que le ha dado la fama de ser un alimento sano y/o apto para la alimentación de todo tipo de personas incluyendo los grupos más vulnerables como ancianos y niños. A su vez, a más de no tener inconvenientes religiosos para su consumo es presentado en una gran variedad de formas, desde el pollo

entero a pollo prácticamente listo para el consumo pasando por toda la gama de elaboración entre estos dos productos. (Sagñay, 2019)

La carne de pollo es una fuente de proteína de alto valor biológico, al ser rica en aminoácidos esenciales como lisina, a su vez, es fuente de niacina, hierro, zinc, fósforo y potasio. Además, aporta bajos contenidos de ácidos grasos saturados, altos valores de ácidos grasos monoinsaturados y una adecuada cantidad de ácidos grasos de las familias omega 6 y omega 3. En general, dietas altas en energía producen canales grasos, mientras que dietas altas en proteína tienden a producir canales magros. Pese a lo anterior, no se puede omitir el hecho de que la carne de pollo presenta un perfil de ácidos grasos más saludable que la carne roja. Por ejemplo, si se comparan 100 g de carne de res no magra cruda con la misma cantidad de carne de pollo con piel cruda, en la primera hay un mayor contenido de ácidos grasos monoinsaturados (9,82 g versus 5,17 g), pero el contenido de grasas saturadas, asociadas a problemas cardiovasculares, es muy superior al del pollo (9,16 g versus 4,31 g). (Jaikel & Ramírez, 2010)

Tabla 1. Información nutricional de la pechuga de pollo por 100 g.

Componente	Cantidad (g)
Grasa	0.39 g
Colesterol	0.3 g
Sodio	1.04 g
Proteínas	16.80 g
Agua	76.7 g
Carbohidratos	2.3 g

Fuente: (Sagñay, 2019)

1.1.2.2. Propiedades de la carne de pollo

La carne de pollo es más ligera y más fácil de digerir que las carnes rojas, ya que estas contienen una mayor cantidad de purinas que en nuestro cuerpo culminan produciendo ácido úrico. Un compuesto que en exceso puede significar un factor de riesgo para diferentes enfermedades. Además, posee un alto contenido de proteínas de alta calidad, mientras que su contenido calórico es bajo y es una carne con grasas saludables (insaturadas), como el ácido linoleico, que ayuda a proteger el corazón y tiene una amplia variedad de vitaminas y minerales. También se recomienda para personas con hipertensión arterial por su bajo contenido en sodio y es una fuente ideal de energía para deportistas (Biotrendies, 2015).

1.1.3 El cuy

1.1.3.1 La carne de cuy

La carne de cuy es un alimento que lleva una historia asociada a la tradición y cultura de los pueblos nativos, lo cual se ve resaltada en su consumo en las celebraciones más importantes del país; en sus distintas presentaciones. Además, su valor nutritivo es alto, por ser rico en proteína y bajo en grasa, producido en mayor cantidad en Colombia, Bolivia, Ecuador y Perú siendo este último en el cuál se tiene una mayor tecnificación tanto en la producción como en su comercialización con valor agregado. En el Ecuador la producción del cuy está localizada en la serranía extendiéndose desde el norte al sur del país, la mayor parte con criaderos comerciales y familiares, se estima que en el país habría aproximadamente 21.000.000 de cuyes y que se podrían decir hasta 47.000.000 al año, a más de ello su carne es muy apetecida tanto en zonas rurales como urbanas. (MAGAP, 2015)

1.1.3.2 Características de carne de cuy

La carne de cuy presenta un color rojo claro, de consistencia firme, elástica y posee muy poca grasa subcutánea. (Alonso, 2005). Es tierna, jugosa, suave, agradable, digestiva y de alto valor biológico comparada con la de otras especies. (Pilco, 2014) Es rica en proteínas, contiene también minerales y vitaminas. El aporte de hierro es importante, principalmente en la alimentación de niños y madres. (FAO, 2009)

1.1.3.3 Valor nutricional y composición química de la carne de cuy.

La carne de cuy se caracteriza por su exquisito sabor y calidad, además de tener un alto nivel de proteína y un bajo nivel de grasa. Por otro lado, la carne de cuy contiene un porcentaje de humedad elevado. Además, posee poca grasa intramuscular y subcutánea, lo cual es favorable ya que disminuye la rancidez y podría recomendarse su utilización en la industria alimentaria para productos derivados mejorando las propiedades físicas del producto terminado. (Angarita, 2005)

Tabla 2. Composición química de la carne de cuy

Determinación	Promedio (g)	Máximo	Minimo
Materia Seca	27.1	30.2	22.3
Humedad	72.1	77.7	69.8
Cenizas	1.2	1.4	1-0
Proteína	18.3	20.6	16.5

Fuente: (INIAP, 2009)

Al comparar la carne de pollo, res y cerdo, la carne de cuy resalta por tener un alto contenido de proteína (20.3%) y ser bajo en grasa (7.8%) por lo cual es una alternativa para tomarlo en cuenta en procesos industrializados.

Tabla 3. Composición de la carne de cuy en comparación con otras carnes

Especie animal	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Minerales (%)
Cuy	70.6	20.3	7.8	0.8
Pollo	70.2	18.3	9.3	1.0
Res	58.0	17.5	21.8	1.0
Cerdo	46.8	14.5	37.3	0.7

Fuente: (Angarita, 2005)

Tabla 4. Contenido de macronutrientes de la carne de cuy por 100 g.

Carne	Proteína (g)	Cenizas (g)	Energía (kcal)	Grasa total(g)
Cuy	19	1	96	1,6

Fuente: (Iboamericana, 2010)

La carne de cuy tiene baja tasa de colesterol y triglicéridos de alta digestibilidad y presencia de ácidos grasos linoleicos que son indispensables para el ser humano. Estos ácidos son precursores de la conformación de ácido graso Araquidónico (AA) y ácido Docosahaenoico (DHA), poco existente en otras carnes, que son indispensables para el desarrollo de neuronas cerebrales y membranas celulares. (Toasa, 2011)

1.1.4 Desnaturalización de la carne

En el caso de la desnaturalización de la carne, la gráfica “Flujo de Potencia” vs “Temperatura obtenida en DSC” se presenta en la figura siguiente:

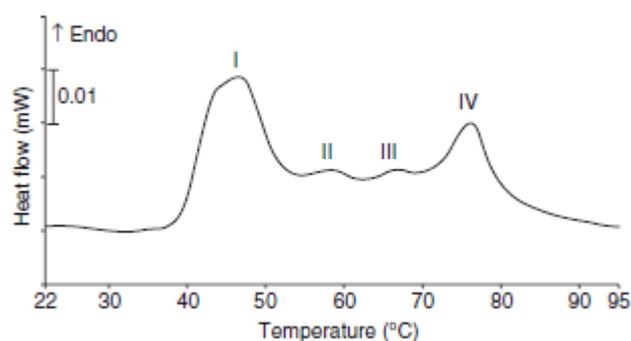


Figura 1. Comportamiento de las proteínas de la carne al variar la temperatura (H. Rebhein, J. Oehlenscläger, Fishery Product, Quality, safety and authenticity, 2009 Blakwell Publishing, pag 196)

En la gráfica se puede observar que el gran pico entre 40 y 80 grados resulta ser el aporte (convolucion) de los picos de los diferentes tipos de proteínas constituyentes la carne.

Por lo tanto, es necesario aplicar técnicas matemáticas para obtener picos separados, manteniendo lo más posible el perfil original.

Por otro lado, se ha seguido parcialmente la metodología propuesta en el estudio de (Bampi, Sereno, Schmidt, & Laurindo, 2016) ya que en esta técnica se reconstruye el termograma utilizando sumas de funciones gaussianas y una función sigmoidea para tener en cuenta la línea de base, sin embargo en lugar de la sigmoidea para la línea de base se ha optado por una función lineal más simple. Las funciones consideradas son:

$$a) \quad y = a \cdot \exp \frac{(x-b)^2}{2c^2} + d$$

Donde:

a = Es la altura del pico.

b= Es la temperatura del pico.

c= Es un parámetro que controla el ancho del pico.

d= Es la ordenada del límite asintótico extremo del pico.

1.2 Calorimetría diferencial de barrido.

La Calorimetría Diferencial de Barrido, en inglés Differential Scanning Calorimetry (DSC) es una técnica de análisis térmica que ha sido introducida en 1966 por Watson y O'Neil. (Watson & O'Neil, 1966) y a partir de esta fecha muchísimos investigadores la han utilizado en diferentes campos como estudios biomoleculares, poliméricos, farmacéuticos, materiales y alimentos, por su versatilidad y calidad de los datos obtenidos.

La DSC es una técnica experimental dinámica que permite determinar la cantidad de calor que absorbe o libera una sustancia, cuando es mantenida a temperatura constante, durante un tiempo determinado, o cuando es calentada o enfriada a velocidad constante, en un determinado intervalo de temperaturas. (S. SURIÑACH, 2017) Es decir, consiste en calcular las transformaciones físicas y químicas en función de la cantidad de calor que es suministrada a la materia. Esto se da debido a un diferencial de entalpía que existe entre una cápsula que contiene la muestra analizada y otra cápsula vacía que sirve como referencia. (Sierra, Pérez, & Morante, 2009)

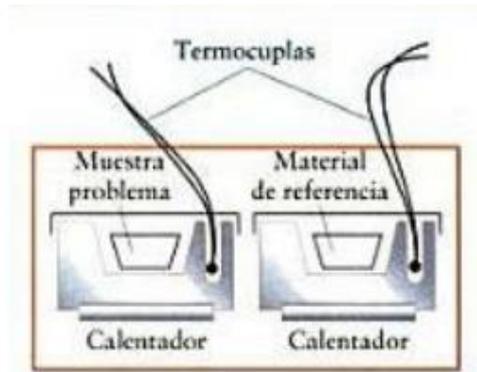


Figura 2. Modalidad del equipo para análisis diferencial de barrido (DSC) (Sierra, Pérez, & Morante, 2009)

En un calorímetro diferencial de barrido, la muestra problema y el material de referencia se calientan en cápsulas metálicas de calor, separadas pero idénticas como se puede observar en la figura 1. Las temperaturas de la muestra problema y de la muestra de referencia se mantienen iguales variando la potencia de los calentadores. El registro resultante es la diferencia de potencia según el calor agregado. (Sierra, Pérez, & Morante, 2009)

1.2.1. Funcionamiento del calorímetro diferencial de barrido

El DSC es un equipo que cuenta con dos calentadores individuales y un controlador en el cual se puede regular el flujo de calor y monitorear la temperatura. Para llevar a cabo el análisis se necesita poner dos capsulas en estos calentadores, en una capsula se coloca la muestra y la otra se la deja vacía para que sea utilizada como referencia (muestra inerte que no sufre cambios de fase). Al calentarse ambas cápsulas, el programa de computadora se asegura realizar el ensayo a la misma velocidad de calentamiento, se puede observar que tanta energía extra se necesita para calentar la cápsula que sujeta dicha muestra con respecto a la referencia; ésta cantidad de energía es medida mediante DSC y se ve reflejada a través de un gráfico de flujo de calor vs temperatura conocido como termograma, donde el área bajo la curva representa la entalpía. (Differential Scanning Calorimetry , 2005)

En la figura 3 se observa un esquema del funcionamiento del calorímetro diferencial de barrido.

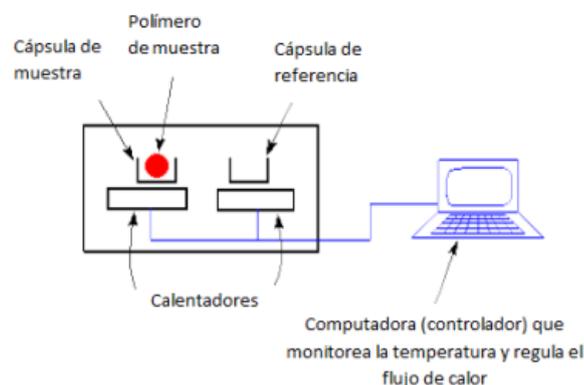


Figura 3. Esquema del equipo de monitoreo del calorímetro diferencial de barrido. (Differential Scanning Calorimetry , 2005)

1.2.2. Termograma del calorímetro diferencial de barrido

Se realiza una gráfica a medida que aumenta la temperatura. En el eje X se representa la temperatura, mientras que en el eje Y se representa la diferencia de calor entre los dos calentadores a una temperatura dada. Para comprender el comportamiento de la curva dentro del termograma, se describen sus etapas de forma individual. (Differential Scanning Calorimetry , 2005)

1.2.3. Capacidad calorífica

Cuando empieza el funcionamiento del equipo, la muestra (polímero) y la referencia se empiezan a calentar en las dos cápsulas, el equipo refleja el calor absorbido por el polímero frente a la temperatura. La gráfica al inicio del calentamiento muestra un comportamiento de manera constante tal como se observa en la figura 4.

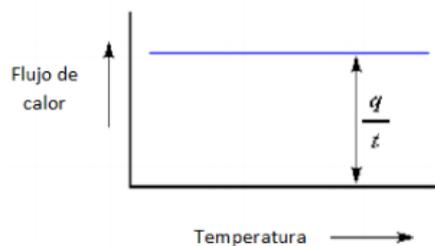


Figura 4. Representación del flujo de calor. (Differential Scanning Calorimetry , 2005)

1.2.4. Tipos de calorímetro diferencial de barrido.

Hay dos tipos principales de DSC:

- b) El DSC de flujo de calor es más parecido al análisis térmico diferencial clásico y debe subir un proceso de calibración previo.
- c) El DSC de compensación de potencia proporciona resultados más confiables, en este hay un sistema eléctrico que compensa la temperatura de la celda del material con respecto a la de referencia al variar de la temperatura. Este sistema proporciona directamente la energía adsorbida por la muestra (Turi, 2012)

1.2.5 Principio del DSC.

A lo largo de calentamiento de la celda DSC la posición de la referencia (generalmente un crisol vacío) se calienta más velozmente que la posición de la muestra por la diferencia en las capacidades térmicas (C_v) entre la muestra y la referencia. Esto provoca que la temperatura del crisol de referencia aumente más rápidamente que la del crisol con la muestra como indica la figura siguiente:

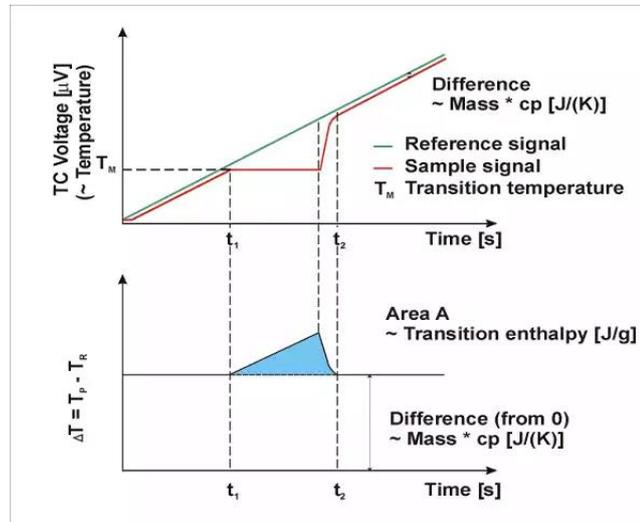


Figura 5. Calentamiento de la celda del DSC

En el caso de una transición, a la temperatura T_r se comienza a evidenciar esta diferencia, la temperatura de la muestra se mantiene constante mientras que la de referencia aumenta. La señal diferencial (parte baja del gráfico) es caracterizado por un pico que puede ser hacia arriba o hacia abajo en función de cómo se efectúa la resta.

Esta área resulta correlacionada con la energía de transición; en el caso en estudio a la energía de desnaturalización de las diferentes proteínas de la carne.

La relación que correlaciona el área del pico con la energía de la transición o reacción es:

$$A = (m \Delta H) / (\lambda g)$$

Donde:

A= área del pico (J/K o $J/^\circ C$)

m= masa de la muestra

ΔH = variación de entalpía o energía de la transición.

λg = Es el producto de la conductividad térmica de la muestra (prácticamente constante)

Normalmente el valor de ΔH se obtiene por comparación con un patrón (Indio) realizando una corrida en las mismas condiciones, de tal manera que se pueda eliminar el producto de los factores geométricos λg .

1.3 Propiedades térmicas de la carne de cerdo y pollo.

Tabla 5. Propiedades térmicas de las carnes frescas.

Propiedades térmicas carnes frescas					
Producto	Contenido de agua (% en peso)	Contenido de grasa (% en peso)	1. Conductividad térmica 32° a 80°F Btu/h pie °F	Calor específico medio 32° a 60°F Btu/lb °F	2. Difusividad térmica pie ² /h
Vacuno, lomo magro	75	0,9	0,29	0,84	0,0048
Vacuno, plateada magra	74	3,4	0,27	0,84	0,0044
Vacuno, posta, grado conservero y carnicero	76	3	0,26	0,84	0,0043
3 Pollo	69-75	0,6	0,24	0,85	0,0042

Fuente: (Castro, 1986)

Flujo de calor paralelo a la fibra. No se produce un efecto significativo de acuerdo a la orientación de la fibra con respecto al flujo de calor en carnes frescas.

1. Calculada de $\alpha \sqrt{\rho} C_p$ en que ρ vacuno= 72,4 lb/pie³, ρ pollo= 66.8 lb/pie y ρ pescado = 61.81 lb/pie³
2. Músculos pectorales con flujo de calor perpendicular a la fibra y no hay diferencia en K ni en ρ para gallinas.

1.4 Calorimetría diferencial de barrido en carnes de cerdo, pollo y res

Los procesos de arreglo estructural de las proteínas bajo los cambios de temperatura hasta la estructura final pueden ser detectados directamente mediante DSC.

Por esta razón se han publicado numerosos trabajos sobre DSC aplicada a la desnaturalización térmica de muchos tipos de proteínas haciendo también estudios comparativos entre proteínas de diferentes fuentes.

Por ejemplo, (Xiong, Brekke, & Leung, 2013) nos muestra en su estudio “**Desnaturalización térmica de proteínas musculares de diferentes especies y tipos de músculos estudiados por calorimetría diferencial de barrido**” los termogramas de carne de vacuno, carne porcina y carne de pollo (pecho y muslo) comparando los relativos termogramas, los mismos que se reportan en la siguiente figura:

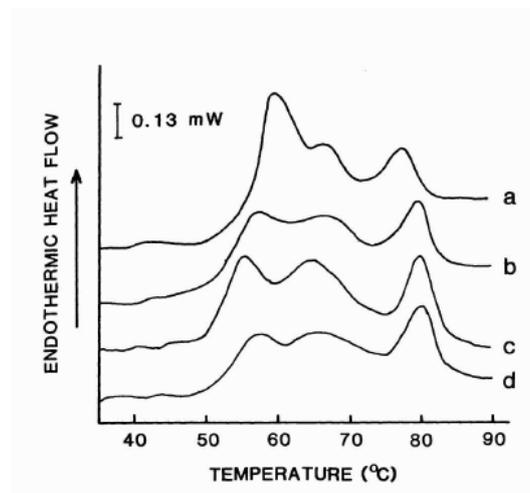


Figura 6. Curvas térmicas de diferentes tejidos musculares nativos de: a) Muslo de pollo b) Cordero c) Cerdo d) Res (Xiong, Brekke, & Leung, 2013)

Por otro lado, la siguiente figura nos muestra que se presenta un desglose de los picos registrados en sus contribuciones: proteínas sarcoplasmáticas, tejido conectivo, actinas y miofibrillas.

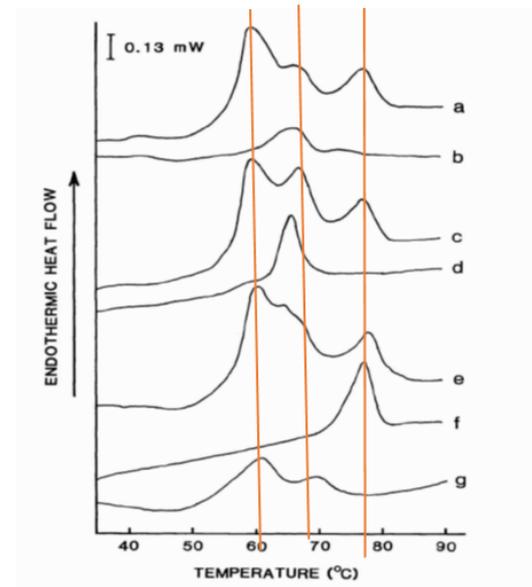


Figura 7. Curvas térmicas DSC del músculo del muslo de pollo y sus diversos componentes proteicos, solos y en combinación: a) músculo nativo; b) proteínas sarcoplásmicas; c) músculo nativo + proteínas sarcoplásmicas; d) tejido conectivo; e) músculo nativo + tejido conectivo; f) actina; y g) miofibrillas aisladas (Xiong, Brekke, & Leung, 2013)

La figura 7 también nos indica que las proteínas sarcoplasmáticas se desnaturalizan a temperaturas de alrededor de 70 °C, las del tejido conectivo también a una temperatura alrededor de 70°C, la actina se desnaturaliza a una temperatura un poco más elevada, alrededor de 78 °C, mientras que las miofibrillas aisladas tienen dos picos, uno a la misma temperatura que las sarcoplasmáticas y el otro pico se desnaturaliza a una temperatura de alrededor de 60 °C.

Así mismo, (Agafonkina, Korolev, & Sarantsev., 2019) en su estudio sobre “**El estudio de la desnaturalización térmica de proteínas musculares de carne, cerdo, pollo y pavo**

usando calorimetría diferencial de escaneo” presentan los intervalos de desnaturalización de estas proteínas; la figura N° 8 presenta sus resultados.

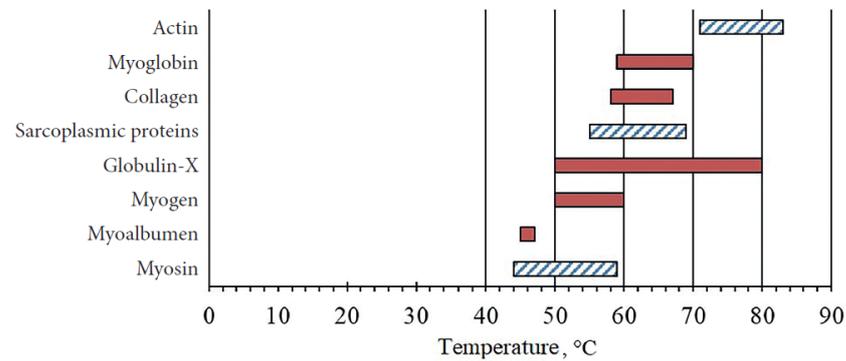


Figura 8. Rango de temperatura de desnaturalización de las principales proteínas según los datos (Agafonkina, Korolev, & Sarantsev., 2019)

Los intervalos que se observa en la Figura 8, nos muestran intervalos mucho más detallados en comparación a la Figura 6 y 7 del estudio de (Xiong, Brekke, & Leung, 2013), sin embargo, se puede decir que no existe una gran diferencia ya que se reflejan los mismos datos en ambas gráficas.

1.4.1 DSC en carne de res

En la carne de res las características como color, pH, capacidad de retención de agua y poder de emulsificación son importantes ya que a partir de estos se puede establecer su destino, bien sea para el consumo humano y/o transformación. (Mariana León, 2017).

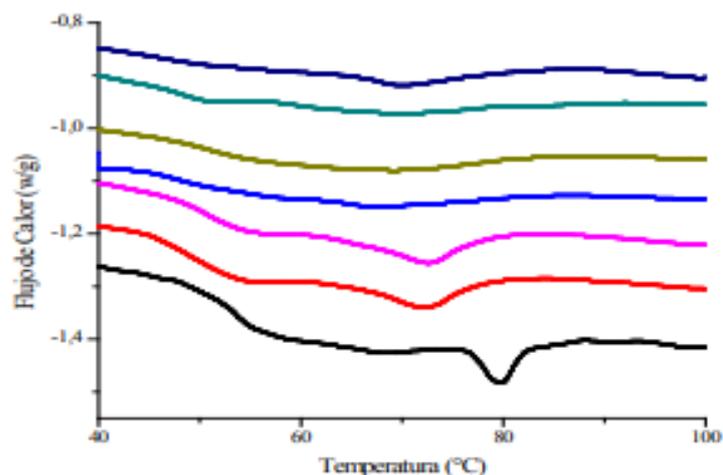


Figura 9. Termogramas temperatura y flujo de calor en carne tipo fresca.

Los termogramas de la carne obtenidos por DSC se vieron afectados por los diferentes niveles de presión del tratamiento APH y por la composición de la solución de inmersión, se observaron diferentes picos de transición especialmente en la carne fresca, los primeros picos registrados entre 50 y 60 °C son los que representan el rango de temperatura de desnaturalización de actina, después de analizar los termogramas para las muestras tratada con APH en el rango de presiones entre 100 y 600 MPa, se observa una disminución en el área de los picos de las proteínas miofibrilares (Giménez Belén, 2019).

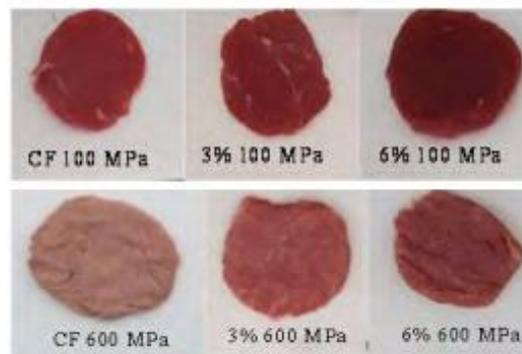


Figura 10. Cambios de coloración en muestras cárnicas frescas (CF) y tratadas con 3 y 6% de Na Cl sometidas a 100 y 600 MPa

La industria cárnica juega un papel de gran importancia por su función abastecedora para cumplir con los requerimientos nutricionales de la población mediante el aporte de proteínas esenciales (Mariana León, 2017).

La variación de color en las distintas muestras de carne sometidas a dos niveles de presión utilizados (100 y 600 MPa), se observa un mayor efecto de blanqueamiento en las muestras sometidas a alta presión sin un tratamiento previo con preservadores químicos, las diferentes condiciones de tratamiento previo a APH (S1, S2) las presiones empleadas y la interacción entre los dos factores, influyeron significativamente en los parámetros de color, la luminosidad de las muestras aumentos significativamente al incrementar la presión en la CF (Giménez Belén, 2019).

1.4.2 DSC en carne de cerdo

Las muestras se analizaron con un calorímetro diferencial de barrido de temperatura modulada, el enfriamiento se llevó a cabo utilizando un sistema de enfriamiento, la calibración de la temperatura y la capacidad de calorífica se realizó utilizando el software TA, este

software se utilizó para analizar y registrar todos los termogramas, las muestras se envasaron en recipientes herméticos de aluminio y se analizaron por triplicado al calentarse en el DSC modulado a una velocidad de 5 °C/min con una temperatura modulada de 0,8 °C cada 60 segundos, se utilizó nitrógeno como gas de purga a una velocidad de flujo constante de 60 ml/min, los datos de descomposición térmica se colectaron a lo largo de un intervalo de temperatura de 20 a 90 °C (Jonathan Coria-Hernández, 2020).

Tabla 6. Composición química de la carne cruda y descongelada.

Componente	Cruda	Descongelada
Humedad	75.30±1.19 ^a	74.86±0.46 ^b
Proteínas	21.83±2.54 ^a	22.64±1.12 ^a
Lípidos	1.87±0.09 ^a	1.96±0.20 ^a
Cenizas	1.0±0.03 ^a	0.54±0.11 ^b

Media ± desviación estándar

^{ab} Las medias con diferente letra en la misma fila son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Fuente: (Jonathan Coria-Hernández, 2020)

La banda característica entre 500 y 600 nm corresponde a la mioglobina en su estado no oxidado, las diferencias entre las muestras fueron significativas, las muestras descongeladas presentaron cierta cantidad de líquidos exudados, lo que generó valores de reflectancia ligeramente inferiores, la luz juega un papel muy fundamental en la apreciación del color, porque el fenómeno de palidez en la carne PSE se puede explicar por la contracción de las miofibrillas debido a los bajos valores de PH, lo que aumenta la diferencia del índice de refracción y la reflectancia en la superficie de la carne, la mioglobina en la carne PSE de cerdo es muy susceptible a la desnaturalización en frío, lo que genera un pequeño cambio en la estructura helicoidal, modificando sus propiedades ópticas (Jonathan Coria-Hernández, 2020).

CAPITULO 2

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Obtención de la materia prima

Las muestras que se utilizaron en el presente estudio se obtuvieron en el Mercado 12 de abril de la ciudad de Cuenca. Para poder analizar las carnes como primer paso se dividió las partes del cuerpo del cuy y pollo manualmente, en el caso del cuy se obtuvo la muestra del brazo y para el pollo se obtuvo de las piernas y pechuga. Se escogió estas partes como muestras al azar. Como segundo paso se cortó una pequeña muestra de la carne aproximadamente 15 mg pesados a quinta cifra decimal y posterior se pesó en los crisoles respectivos de la máquina, por último, se procedió a tapar y prensar adecuadamente para que queden en estado hermético.

2.2 Calorimetría diferencial de barrido

En este estudio se determinaron las propiedades térmicas de la carne de cuy y de la carne de pollo. Para el análisis se utilizó un calorímetro diferencial de barrido (DSC) marca Bonning Instrument Technology, Modelo 800B. Previo al análisis, el calorímetro fue calibrado para el control de la temperatura con ácido benzoico ($T_f=120\text{ }^{\circ}\text{C}$), Indio ($T_f=156.6\text{ }^{\circ}\text{C}$), Estaño ($T_f=231.9\text{ }^{\circ}\text{C}$), Zinc ($T_f=231.9\text{ }^{\circ}\text{C}$). Además, se utilizó Indio ($\Delta H_f=28.59\text{ J/g}$) como estándar para el cálculo de las energía de desnaturalización.

Por otro lado, para los ensayos se utilizó un gradiente de temperatura de 5 grados/minuto. El DSC que se utilizó trabajó mediante configuración de tipo de flujo de calor; en este caso en el sistema hay un solo horno que proporciona calor mediante una placa de constatan (aleacion Ni+Cu) al plato de la muestra y al de referencia. En donde, algunos sensores de temperatura del calorímetro detectan la diferencia de temperatura entre el crisol de la muestra y el de referencia, entonces, un sistema electrónico transforma esta diferencia en energía. Al trabajar con gradiente de temperatura se obtiene un flujo de energía por grado y por unidad de tiempo, es decir, un flujo de potencia.

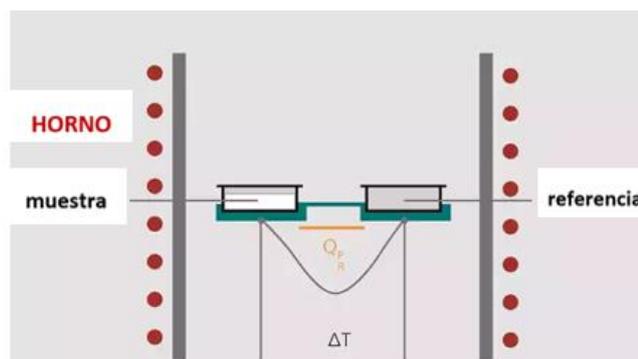


Figura 11. Esquema del sistema a compensador de flujo. (Reynoso & Danón, 2016)

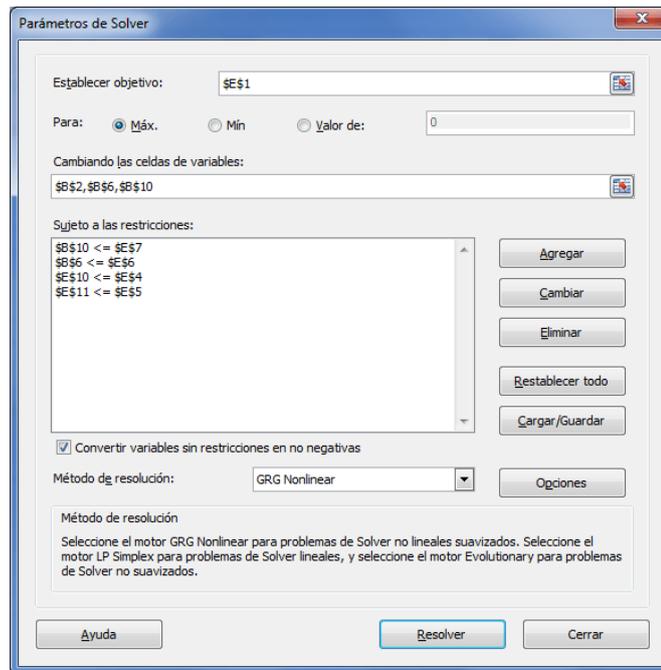


Figura 13. Parámetros del solver de Excel propuestos por Bambi et al. (Bampi, Sereno, Schmidt, & Laurindo, 2016)

Una vez obtenidas las gaussianas óptimas de cada pico, se procede a integrarlas para poder calcular el área de cada una y seguidamente calcular la energía de desnaturalización. La integración se efectuó utilizando el método de los rectángulos implementado en el programa MATLAB.

El código Matlab es muy simple y se presenta a continuación:

% Cálcula la integral con rectangulos

H=diff(x);

*IRS=sum(H.*y(1:end-1));*

*IRD=sum(H.*y(2:end));*

INT=(IRS+IRD)/2;

m =16.55;

*INOR=(INT*1000/m);*

Una vez obtenidas las áreas, se adquiere la energía de desnaturalización por regla de tres, comparando con el área del pico del indio como estándar.

CAPITULO 3

RESULTADOS

3.1 Análisis térmicos en muestras de cuy y pollo.

Se han realizado los análisis térmicos DSC sobre 3 muestras de musculo de Cuy (Brazo) y 3 muestras de músculos de pollo (2 de pierna y 1 de pechuga) los datos recogidos han sido exportados a la hoja electrónica Excel para su elaboración final.

La ecuación de la recta se obtuvo de las funciones de Excel aplicadas a las coordenadas de estos dos puntos extremos del termograma. En la figura N° 14 se presenta la construcción de la línea de base y la corrección del termograma.

3.2 Termogramas obtenidos en DSC.

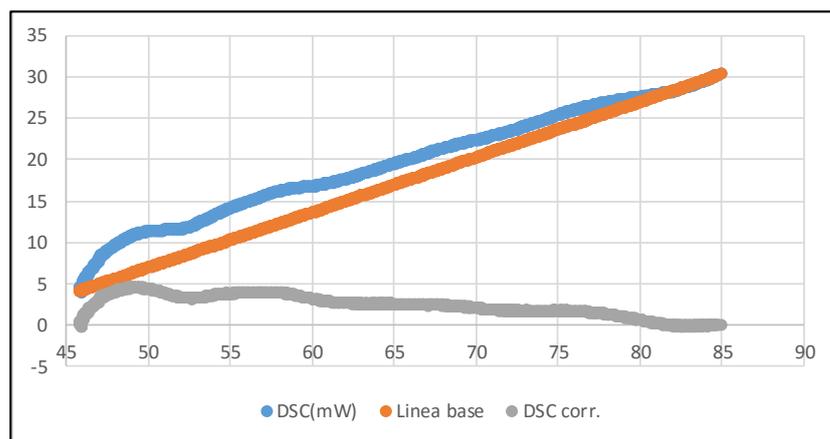


Figura 14. Construcción de la línea de base y la corrección del termograma.

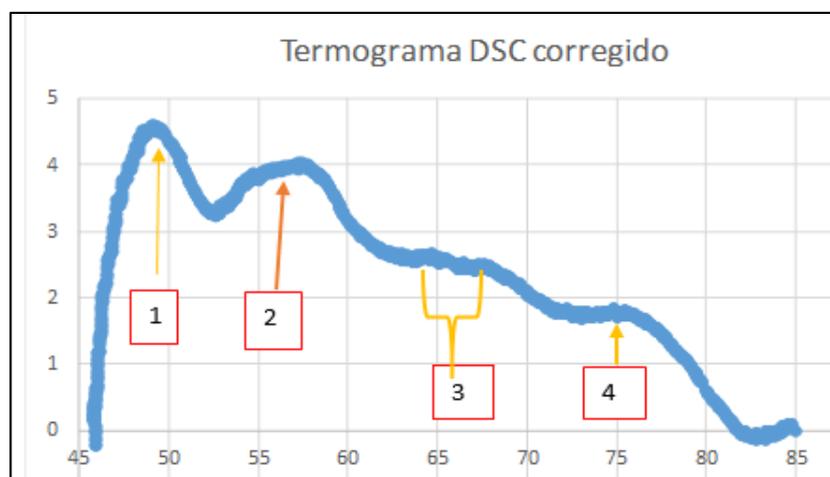


Figura 15. Termograma del intervalo de desnaturalización de las proteínas: (1) miosina, (2) proteínas sarcoplasmáticas y tejido conectivo, (3) mioglobinas, (4) actina.

Para poder obtener la energía de desnaturalización de cada tipo de proteína es necesario “aislar” cada pico a integrarse; por esta razón se procedió a aplicar al termograma corregido de la línea de base un proceso de deconvolución.

3.3 Aplicación de gaussianas para descomponer los termogramas.

Se aplicó el procedimiento de deconvolución a todas las muestras estudiadas tanto como las muestras de cuy como la carne de pollo. En seguida se presenta un ejemplo del procedimiento, el mismo que se aplicó a todas las muestras.

Como funciones para descomponer el termograma total se utilizaron las gaussianas:

$$y = a \cdot \exp. \frac{(x-b)^2}{2c^2} + d$$

Donde los parámetros *a*, *b*, *c* y *d* se ajustan mediante la aplicación del utilitario Solver de Excel hasta alcanzar el valor mínimo de la suma de los residuos cuadrados (RSS) entre el termograma original y el reconstruido con las gaussianas.

El coeficiente *a* multiplica el tamaño de la gaussiana hasta encontrar el óptimo, *b* es la coordenada del máximo del pico, *c* es el ancho del pico a media altura y *d* es la ordenada inicial de la gaussiana.

En total, se utilizaron cuatro gaussianas cada una centrada en el valor máximo de su pico. A continuación, en la tabla N° 7 se presentan los valores obtenidos después de la optimización.

Tabla 7. Valores obtenidos posterior a la optimización.

PICOS	1	2	3	4
Temp. pico (b/s)°C	52.06	59.27	65.48	69.75
Ancho pico (c/r)°C	2.506578	2.8643756	1.9157735	1.235643323
Amplitud (a/p) mW	2.5505033	1.9527641	0.8831168	0.575445832
Ordenada (d/z) mW	0.0122946	0.0003933	0.0003933	0.000393337

3.4 Gráfica de termogramas originales y reconstruidos.

Seguidamente, se presentan los gráficos del termograma original obtenido en el DSC (figura N°16) además, se muestran las gráficas de los picos gaussianos reconstruidos (Figura N° 17;

18;19;20) y finalmente, la última gráfica que contiene el termograma original, el reconstruido y las gaussianas (Figura N° 21)

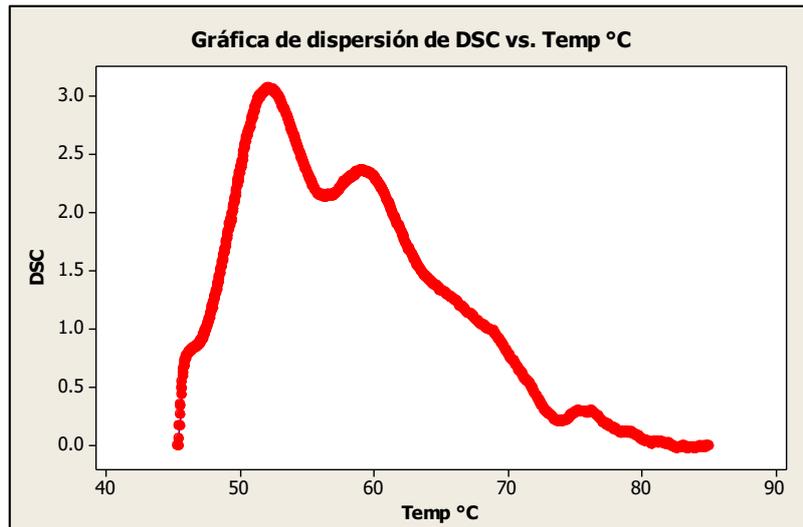


Figura 16. Termograma original del comportamiento térmico del Cuy (brazo)

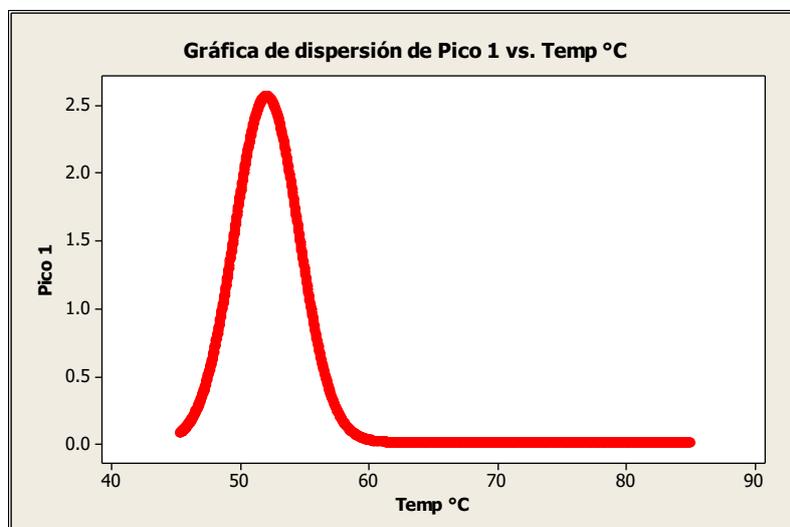


Figura 17. Gaussiana representando el pico N° 1.

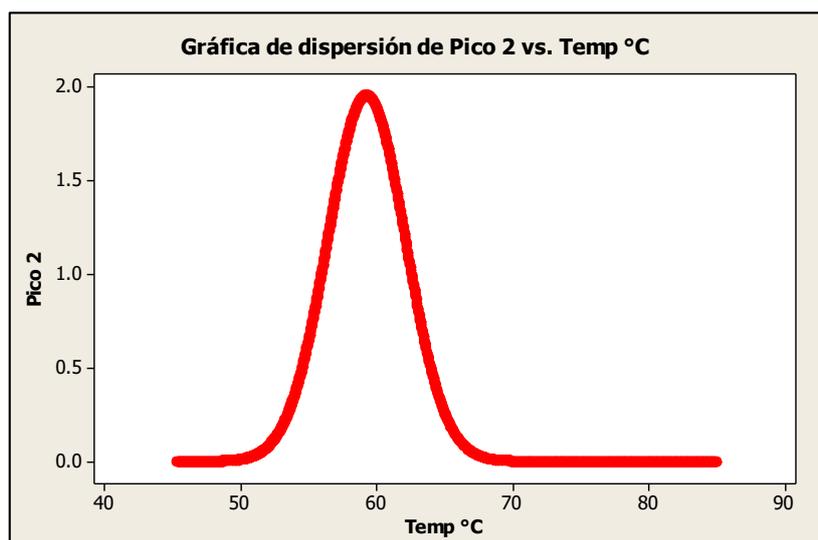
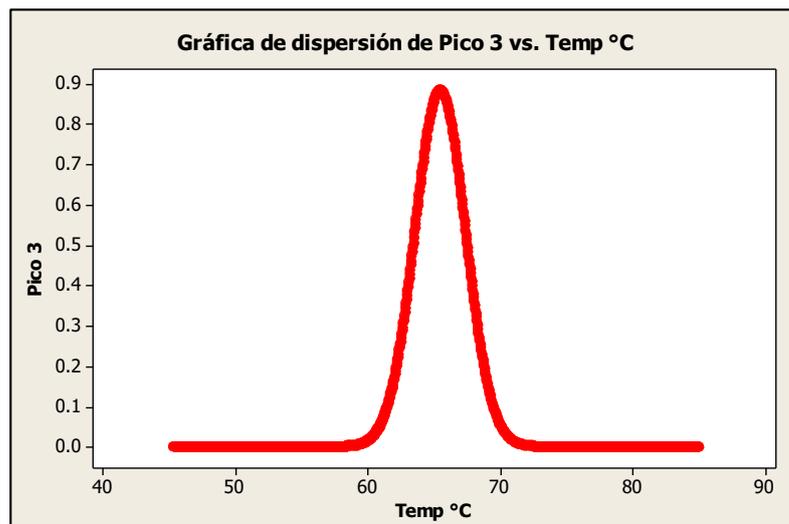
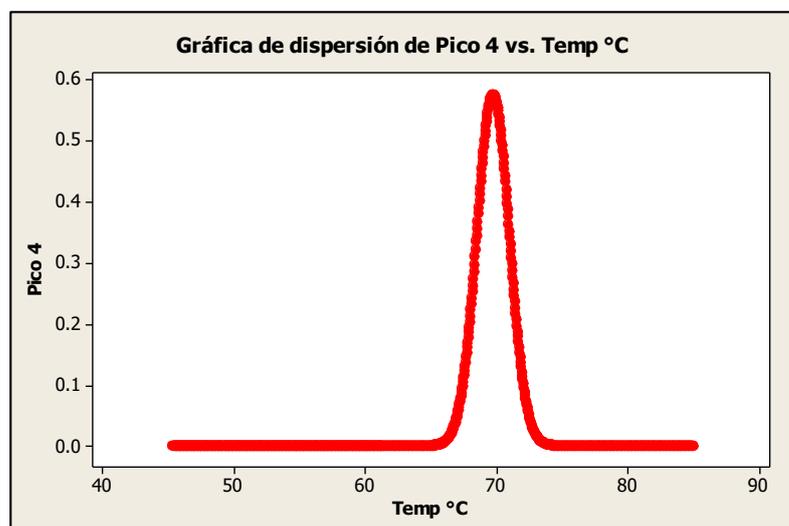


Figura 18. Gaussiana representando el pico N° 2.**Figura 19.** Gaussiana representando el pico N° 3.**Figura 20.** Gaussiana representando el pico N° 4.

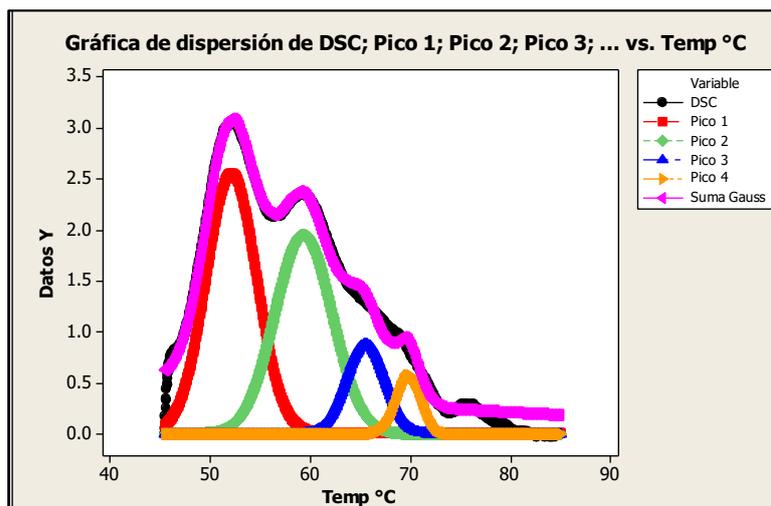


Figura 21. Deconvolución del termograma original y su convolución con las gaussianas.

La figura N°21 indica que el proceso de reconstrucción muestra que hay una diminuta diferencia entre el termograma original y el reconstruido.

Este procedimiento se ha aplicado a todas las muestras, es decir, a las muestras de carne de cuy y carne de pollo. Luego del cálculo de las energías (en J/g) se obtuvieron los valores de las tablas N° 8 para el cuy y N°9 para el pollo.

3.5 Valores obtenidos de los estudios térmicos en la carne de cuy y de pollo.

Tabla 8. Resumen de los resultados de los estudios térmicos del comportamiento del brazo del cuy.

Áreas Picos	Pico 1	Pico 2	Pico 3	Pico 4
Cuy Brazo 1	44.2	51.4	57.7	62
Cuy Brazo 2	49.3	59.9	67.4	73.7
Cuy Brazo 3	52	59.3	67.1	73.7
Mediana	49.3	59.3	67.1	73.7
ΔH	6.6	4.7	0.9	0.8

Tabla 9. Resumen de los resultados de los estudios térmicos del comportamiento de la carne de la pierna del pollo y de las pechugas.

Áreas Picos	Pico 1	Pico 2	Pico 3	Pico 4
Pollo Pierna 1	44.2	51.4	57.7	62

Pollo Pierna 2	49.3	59.9	67.4	73.7
Pollo Pechuga 1	52	59.3	67.1	73.7
Mediana	49.3	59.3	67.1	73.7
ΔH	6.566208	4.676137	0.86144	0.775523

Estos resultados nos exponen que, en práctica los tipos de carne estudiados tienen el mismo comportamiento térmico.

Para comprobar que no hay diferencias entre el comportamiento térmico de todas las muestras estudiadas, se realizó un análisis de la varianza bajo estas hipótesis:

- a) Hipótesis nula: los valores de las áreas de todas las muestras son estadísticamente iguales (alfa =0.05)
- b) Hipótesis alternativa: por lo menos un área es diferente.

Los resultados del análisis de varianza se presentan a continuación, en la tabla N° 10.

Tabla 10. Análisis de la varianza aplicada al comportamiento térmico de las muestras.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	430.413333	5	86.0826667	0.99737571	0.4471069	2.77285315
Dentro de los grupos	1553.565	18	86.3091667			
Total	1983.97833	23				

Como se puede observar en la tabla N°10, no existe diferencia entre las muestras porque el valor de la probabilidad de la hipótesis nula (0.44711) es mayor que el error admitido alfa (0.05).

CAPITULO 4

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

4.1 Discusión

En este estudio se realizaron análisis térmicos en calorimetría diferencial de barrido, en dos tipos de carne, el primer tipo de carne analizado fue una carne nativa de la región sierra como es la carne de cuy, a su vez, también fue analizada la carne de pollo la cual tiene una alta demanda de consumo en la ciudad de Cuenca. El Calorímetro utilizado en esta investigación fue el de compensación de potencia, el mismo que proporciona resultados mucho más confiables, ya que contiene un sistema eléctrico que compensa la temperatura de la celda del material con respecto a la de referencia. (Turi, 2012). Luego del análisis se logró obtener los termogramas respectivos de las dos muestras, estos son gráficos en donde se presenta la temperatura y la diferencia de calor. (Differential Scanning Calorimetry, 2005). El termograma obtenido del análisis de la carne de cuy se puede observar en la figura 16.

Al termograma obtenido se le realizó una corrección, es decir, se presentó una construcción de la línea de base. El primer paso de la elaboración ha sido cambiar de signo a la señal DSC y determinar la línea de base entre el onset del pico y el offset del mismo.

La absorción de entalpia de las proteínas en general cae entre 40 y 85 °C como nos muestra la figura 1. Es decir, para este efecto se optó por utilizar como línea de base, una recta que pase por el onset y el offset. Como se muestra en la figura 14, se exhibe la construcción de la línea de base y la corrección del termograma y en la misma se puede observar que la línea azul es la que nos mostró el termograma original cambiado de signo; en color naranja luce la línea de base y en color gris la diferencia entre la señal DSC cambiada de signo y la línea de base.

El termograma corregido se presenta como una deconvolución de diferentes picos que evidencian los diferentes tipos de proteínas presentes, como la miosina, el tejido conectivo, las mioglobinas y la actina, esto se puede observar detalladamente en la figura 15.

Por otra parte, se aplicó el procedimiento de deconvolución a todas las muestras estudiadas hasta alcanzar el valor mínimo de la suma de los residuos cuadrados entre el termograma original y el reconstruido. En total se utilizaron cuatro gaussianas cada una centrada en el valor máximo de su pico. Los valores obtenidos se ilustran en la tabla 10.

En lo referente a la figura 21, nos indica que el proceso de reconstrucción es bueno, porque hay una diminuta diferencia entre el termograma original y el reconstruido. Esto permite integrar a las gaussianas y luego calcular la energía de desnaturalización de cada tipo de proteína que es responsable de la transición.

Luego de aplicar este procedimiento a todas las muestras analizadas, se obtuvieron los valores en (J/g) de las diferentes áreas de los picos, los resultados de las muestras de cuy se

muestran en la tabla 8 y los resultados de las muestras de pollo en la tabla 9. Al comparar las dos tablas se puede evidenciar que en los cuatro picos de las diferentes muestras se obtienen valores muy similares, casi sin diferencia lo que nos expone que los diferentes tipos de carnes estudiados tienen un idéntico comportamiento térmico.

Al comprobar mediante un análisis de varianza se pudo demostrar que efectivamente no existe diferencia en el comportamiento térmico de la carne de cuy con la carne de pollo. Es decir, se puede corroborar con la bibliografía investigada, donde (Sagñay, 2019) nos indica en la tabla 2 que la cantidad de proteína en la pechuga de pollo sin piel es de 21.2 g por cada 100 gramos, de la misma forma, (INIAP, 2009) evidencia en la tabla 6 que la cantidad de proteína es de 20.6 gramos por 100 gramos de carne de cuy. Por lo tanto, al comparar estos dos tipos de carne se puede notar que las dos resaltan por su alto y similar contenido de proteína y así mismo, su bajo contenido en grasa. Ya que la carne de pollo presenta 9.3 gramos de grasa y el cuy 7.8 gramos de grasa por cada 100 gramos. (Angarita, 2015).

4.2 Conclusión

En este estudio de investigación se pudo comprobar que el calorímetro diferencial de barrido es una herramienta útil para determinar la transición de fase en sistemas alimentarios. La importancia del uso de este equipo fue comprobada en esta experimentación donde se analizó a uno de los alimentos consumidos con alta frecuencia en la región sierra, en especial en la ciudad de Cuenca.

La carne de cuy fue evaluada para determinar propiedades térmicas y poder compararla con la carne de pollo con la finalidad de identificar posibles usos dentro de procesos industriales, y además, los consumidores conozcan las excelentes propiedades nutricionales que esta carne contiene, ya que en el Ecuador la carne de cuy no es utilizada para productos procesados industrialmente, es decir, en el mercado se encuentran muchos derivados cárnicos procedentes del pollo, cerdo y res pero se ha dejado de lado a la carne de cuy, siendo esta una carne alta en macro y micronutrientes, muy similar a la pechuga de pollo.

Realizando una comparación entre la carne de cuy y la carne de pollo se pudo observar que las dos carnes presentan valores muy similares en cuanto a las energías (J/g) que se obtuvieron en los estudios térmicos. Además, las características del tipo de fibrillas como las miosinas, mioglobinas, actinas, etc., son muy parecidas a la del pollo, por lo tanto, se puede decir que sus proteínas son similares. Por otro lado, al realizar una comparación en cuanto a sus nutrientes se pudo determinar que también aporta cantidades iguales, sin embargo, se diferencia por su porcentaje de grasa menor a la del pollo.

A nivel mundial se realizan constantemente investigaciones en el área de alimentos buscando siempre mejorar un producto desde todos los puntos de vista, y es frecuente

encontrar el uso del DSC como herramienta para estos propósitos que resultan desafíos para la industria alimentaria. Gracias a los análisis de evaluación del comportamiento térmico se determinó que este estudio es un punto de partida para contribuir con más información sobre la carne de cuy. Ya que en un futuro puede causar un impacto similar al de la carne de pollo, cerdo o res en la industria alimentaria y de esta forma se logre emplear para aplicaciones futuras en la industria alimentaria.

En concreto, esta investigación nos proyecta esperanzas sobre algunos aspectos del comportamiento térmico de la carne de cuy. Sin embargo, sería cautivador que este tipo de carne nativo de la región sierra sea estudiado en otros aspectos, los cuales podrían complementar información a este estudio para proporcionar más información que puede contribuir en la industria alimentaria de nuestro país.

Bibliografía

- (Fao), F. A. (2018). *Cualidades comparativas de las carnes*. New York.
- (USDA), U. S. (2011). *Información sobre inocuidad de alimentos*. Toronto, Canada.
- Agafonkina, I. V., Korolev, I. A., & Sarantsev., T. A. (2019). *The study of thermal denaturation of beef, pork, chicken and turkey muscle proteins using differential scanning calorimetry*. Moscow, Rusia.
- Agriculture, D. o. (2020). *Food Data Central*. USA.
- Alonso, R. C. (2005). *MANUAL PARA LA ELABORACION ARTESANAL DE PRODUCTOS CARNICOS UTILIZANDO CARNE DE CUY (Cavia Porcellus)*. Bogotá, Colombia: www.academia.edu/16528872/Elaboracion_de_productos_carne.
- Angarita, R. (2005). *Manual para la elaboración artesanal de productos carnicos utilizando carne de cuy (cavia porcellus)*. Colombia: <http://repository.lasalle.edu.eco/bitstream/handle/10185/6648/00797697.pdf?sequence=1>.
- Bampi, M., Sereno, A. M., Schmidt, F. C., & Laurindo, J. B. (2016). *Evaluation of different software tools for deconvolving differential scanning calorimetry thermograms of salled beef*. Brasil.
- Biotrendies. (2015). *Beneficios de la carne de pollo*. Ciudad de México: www.biotrenies.com.
- Bogner, H. (2011). *Tecnología de la carne*. Zaragoza, España.
- Carvajal, G. (2011). *Valor nutricional de la carne de res*. San Jose, Costa Rica.
- Diez, S. V. (2018). *Universitat Politècnica de Valencia*. Obtenido de Obtención de las isotermas de sorción de pollo a temperaturas próximas a la de congelación: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/129071/Vega%20-%20OBTENCI%C3%93N%20DE%20LAS%20ISOTERMAS%20DE%20SORCI%C3%93N%20DE%20POLLO%20A%20TEMPERATURAS%20DE%20CONGELACI%C3%93N.pdf?sequence=1>
- Differential Scanning Calorimetry*. (2005). Universidad del Sur de Mississippi: Disponible en: <http://pslc.ws/macrog/dsc.htm.2005>.
- Echeverria, T. (2014). *Nombre científico del cerdo*. Zaragoza, España: <http://agrotaniaecheverria.blogspot.com/2014/03/nombre-cientifico-del-cerdo.html>.
- FAO. (2009). *Cría de cuyes*.
- Giménez Belén, R. H. (2019). *EFFECTO DEL TRATAMIENTO DE ALTAS PRESIONES HIDROSTÁTICAS SOBRE CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y EL DESARROLLO DE LISTERIA MONOCYTOGENES EN CARNE BOVINA*. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/75645/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Inter Porc, R. (2013). *La carne de cerdo de capa blanca*. México: Revista Científica.
- Jaikel, T. M., & Ramírez, D. M. (2010). *Conocimientos y opiniones sobre la carne de pollo de dos comunidades rural-urbanas de Costa Rica*. Costa Rica.
- Jazmín Alejandra Olivas, L. M.-T.-X.-B.-C. (2017). *Nacameh*. Obtenido de Indicadores de calidad de carne de cerdo de diferentes centros comerciales de ciudad Obregón, Sonora: file:///C:/Users/DELL/Downloads/Dialnet-IndicadoresDeCalidadEnCarneDeCerdoDeDiferentesCent-6307677.pdf
- Jonathan Coria-Hernández, R. M.-P.-A.-R. (3 de Noviembre de 2020). *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. Obtenido de Cambios en el contenido de mioglobina en el músculo porcino longissimus thoracis durante el almacenamiento en congelación : <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/5214/4395>
- Kaletunc, G. (2009). *Calorimetry in food processing: Analysis and Design of Food Systems*. John Wiley & Sons.
- MAGAP. (2015). *Más de 710 mil familias se dedican a la crianza de cuyes en el país*. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/2015/1/mas-de-710-mil-familias-se-dedican-a-la-crianza-de-cuyes-en-el-pais>.
- Mariana León, A. O. (2017). *Ciencias y tecnología alimentaria*. Obtenido de COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LA CARNE DE OVEJO, POLLO, RES Y CERDO: http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/2969
- Morato, N. (2012). *Diferencia entre el pollo de corral y el de granja industrial*. Buenos Aires, Argentina.
- Osborne, D., & Voogt, P. (2013). *Ánalisis de los nutrientes de los alimentos*. Zaragoza, España.
- Pilco, R. C. (2014). *Acción de los polifosfatos en la retención de agua en carne de cuy por inmersión en salmuera*. Chimborazo, Ecuador: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3818>.
- Porcino, U. (2005). *Beneficios de la carne de cerdo*. Santiago de Chile, Chile: El portal del cerdo.
- Reynoso, P. E., & Danón, C. A. (2016). *PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN EN TEMPERATURA Y FLUJO DE CALOR DE UN CALORIMETRO DIFERENCIAL DE BARRIDO*. La Serena, Chile.
- Rodríguez, A. (2018). *Bovinos de carne*. Montevideo, Uruguay.
- Sagñay, L. C. (2019). *Evaluación de la calidad del cuy relleno elaborado con tres pastas cárnicas*. Riobamba, Ecuador.
- Savanović, D., Grujić, R., Rakita, S., Torbica, A., & Božičković, R. (2017). *Perfiles DSC de fusión y cristalización de diferentes tipos de carne*. Bosnia-Herzegovina: <https://www.researchgate.net/publication/312391565>.
- Sierra, I., Pérez, D., & Morante, S. G. (2009). *Ánalisis instrumental*. La Curuña, España.

- Toasa, M. (2011). *Diseño del proyecto de producción y comercialización asociativa del cuy, de la organización de mujeres Kichwas y Campesinas de Ambatillo*. Quito, Ecuador.
- Turi, E. (2012). *Caracterización termica de material polimerico*. Morristown.
- Watson, E. S., & O'Neil, M. J. (1966).
- Xiong, Y. L., Brekke, C. J., & Leung, H. K. (2013). *Thermal Denaturation of Muscle Proteins From Different Species and Muscle Types as Studied by Differential Scanning Calorimetry*. Washington.
- Youssef A. Attiaa, M. A.-H. (Septiembre de 2016). *Scielo*. Obtenido de Evaluación de la calidad de la carne de pollo en el mercado minorista: efectos del tipo y origen de las canales: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242016000300321&script=sci_arttext
- Zurita, V. (2015). *Explotación de cuyes*. Cochabamba, Bolivia.