

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE  
ALIMENTOS**



**CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA Y PH EN  
DIFERENTES TIPOS DE CARNES Y EN EMBUTIDO**

**Tesis**

Para optar el Título de.

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**RENGIFO GONZALES, LENARD IBSEN**

**PROMOCIÓN 2008 - I**

**Tingo Maria - Peru**

**2010**



Q02

R41

Rengifo Gonzales, Lenard I.

Capacidad de Retención de Agua y PH en Diferentes Tipos de Carnes y en Embutidos. Tingo María, 2010

57 h., 8 cuadros; 7 fgrs.; 33 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero en Industrias Alimentarias) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María ( Perú ). Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

RETENCIÓN - AGUA / CARNES // TEMPERATURA / EMULSIÓN /

EMBUTIDO / PH / METODOLOGÍA / TINGO MARÍA / RUPA RUPA

/ LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**Tingo María**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**  
Av. Universitaria s/n. Teléfono (062) 561385 – Fax (062) 561156  
Apart. Postal 156 Tingo María E.mail: fia@unas.edu.pe

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 05 de Febrero de 2010, a horas 5:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentado por el Béch. **RENGIFO GONZÁLES, Lenard Ibsen**, titulada:

#### **"CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA Y PH EN DIFERENTES TIPOS DE CARNE Y EN EMBUTIDO"**

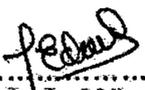
Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **EXCELENTE** consecuencia el Bachiller, queda apto para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art. 22° de la Ley Universitaria 23733; los artículos 51° y 52° del Estatuto Actualizado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 05 de Febrero de 2010

  
.....  
Ing. Eduardo A. Cáceres Almenara  
Presidente

  
.....  
Ing. Lauriano Zavaleta De la Cruz  
Miembro

  
.....  
Ing. Yolanda G. Ramírez-Trujillo  
Miembro

  
.....  
Dra. Elizabeth S. Ordóñez Gómez  
Asesora

## **DEDICATORIA**

**A Dios** por ser mi fuente de sabiduría y espíritu de perseverancia para alcanzar muchas metas y privilegios.

**A mis padres, Jorge y María** por su amor apoyo y comprensión en todo momento, por ser la fuerza y la razón para seguir adelante.

**A mis hermanos, Maily, Edwin, y Livis,** y a toda mi familia por creer en mí y por brindarme su apoyo y cariño.

**A mis abuelitos, Presentación y Gregorio** porque desde el cielo están orando siempre por mí.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Dra. Elizabeth Susana Ordoñez Gómez, asesora de mis prácticas pre profesional y tesis, por su valiosa colaboración y orientación desinteresada que hizo posible la culminación del presente trabajo de investigación y por ser ejemplo de perseverancia para seguir adelante cosechando muchos éxitos.
- A la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, por permitirme formar como un buen profesional.
- A la Ingeniera Aurelia técnico del laboratorio de carnes, por todo su apoyo.
- A los Docentes de la facultad de Ingeniería en industrias alimentarias, por todos los conocimientos brindados, quienes contribuyeron en mi formación profesional.
- A mis compañeros y amigos por brindarme su apoyo y motivación siempre y por todos los buenos momentos compartidos.
- A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la culminación del presente trabajo de investigación.

## INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Especies animales.....	3
2.1.1 Res.....	3
2.1.2 Cerdo.....	4
2.1.3 Pollo.....	5
2.1.4 Ovino.....	5
2.1.5 Conejo.....	6
2.1.6 Pescado Paco.....	7
2.2 Generalidades de la carne.....	8
2.2.1 Definición de carne.....	8
2.2.2 Valor nutritivo de la carne.....	9
2.3 Propiedades funcionales de la carne.....	11
2.3.1 Capacidad de retención de agua (CRA).....	11
2.3.2 Factores que influyen en la CRA de la carne.....	14
2.4 Embutidos.....	17
2.4.1 Clasificación de los embutidos.....	17
2.4.2 Salchicha.....	18
2.4.3 Estabilidad de la emulsión.....	18
III. MATERIALES Y METODOS.....	19
3.1 Lugar de ejecución.....	19

<b>3.2 Materia prima e insumos.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.1 Materia prima.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.2 Insumos.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3 Materiales y equipos de laboratorio y/o proceso.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.1 Materiales de laboratorio y/o proceso.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.2 Equipos de laboratorio y/o proceso.....</b>	<b>21</b>
<b>3.4 Métodos de análisis.....</b>	<b>22</b>
<b>3.4.1 Capacidad de retención de agua (CRA) en carne fresca.....</b>	<b>22</b>
<b>3.4.2 Evaluación de pH.....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.3 Capacidad de retención de agua en carne descongelada (CRAd).....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.4 Capacidad de retención de agua en carne cocida (CRAc).....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.5 Estabilidad de la emulsión (EE).....</b>	<b>24</b>
<b>3.4.6 Capacidad de retención de agua del embutido (CRAe).....</b>	<b>24</b>
<b>3.5 Metodología experimental.....</b>	<b>25</b>
<b>3.5.1 Evaluación de la capacidad de retención de agua (CRA) y pH en la carne fresca.....</b>	<b>25</b>
<b>3.5.2 Evaluación de la capacidad de retención de agua en carne descongelada (CRAd) y pH.....</b>	<b>25</b>
<b>3.5.3 Evaluación de la capacidad de retención de agua en carne cocida (CRAc) y pH.....</b>	<b>26</b>
<b>3.5.4 Formulación de la emulsión.....</b>	<b>30</b>
<b>3.5.5 Proceso de elaboración de la salchicha.....</b>	<b>30</b>

3.5.6 Evaluación de la estabilidad de la emulsión (EE) y capacidad de retención de agua en el embutido (CRAe).....	33
IV. RESULTADOS.....	35
4.1 Capacidad de retención de agua (CRA) y pH en la carne fresca.....	35
4.2 Capacidad de retención de agua en carne descongelada (CRAd) y pH.....	36
4.3 Capacidad de retención de agua en carne cocida (CRAc).....	37
4.4 pH en carne cocida a diferentes temperaturas.....	38
4.5 Estabilidad de la emulsión (EE).....	38
4.6 Capacidad de retención de agua del embutido (CRAe).....	39
V. DISCUSIÓN.....	40
5.1 De la capacidad de retención de agua (CRA) y pH en la carne fresca.....	40
5.2 De la capacidad de retención de agua en carne descongelada (CRAd) y pH.....	43
5.3 De la capacidad de retención de agua en carne cocida (CRAc).....	45
5.4 Del pH en carne cocida a diferentes temperaturas.....	48
5.5 De la estabilidad de la emulsión (EE).....	49
5.6 De la capacidad de retención de agua del embutido (CRAe).....	50
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES.....	52
VIII. ABSTRACT.....	53
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS.....	59

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición química de la carne de diferentes especies animales.....	10
2. Formulación base para prepara emulsión.....	30
3. Capacidad de retención de agua "CRA I" (Volumen) y "CRA II" (Pellet) y pH en carne fresca de diferentes especies animales.....	35
4. Capacidad de retención de agua y pH en la carne descongelada de diferentes especies animales.....	36
5. Capacidad de retención de agua en la carne cocinada de diferentes especies animales. ....	37
6. pH de las diferentes especies animales en la carne cocida a 77, 82 y 87 °C.....	38
7. Estabilidad de la emulsión (ml /100g) en carne de cerdo y ovino.....	39
8. Capacidad de retención de agua del embutido (CRAe) en carne de cerdo y ovino.....	39

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Diseño experimental para el estudio de la CRA y pH en carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco.....	27
2. Diseño experimental para el estudio de la CRA <sub>d</sub> y pH en carne descongelada de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y paco.....	28
3. Diseño experimental para el estudio del efecto de la temperatura en la capacidad de retención de agua y pH de carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado Paco.....	29
4. Flujograma de elaboración de salchicha.....	32
5. Diseño experimental para el estudio de la estabilidad y la capacidad de retención de agua de la emulsión.....	34
6. CRA I y CRA II en carne fresca de diferentes especies animales.....	36
7. CRA <sub>c</sub> en carne cocida de diferentes especies animales.....	37

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Carnes-UNAS. Los objetivos fueron determinar la capacidad de retención de agua en carne fresca (CRA), descongelada (CRAd) y cocida (CRAc) a diferentes temperaturas, en carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco y elaborar salchicha con la carne que tiene mejor capacidad de retención de agua y evaluar la estabilidad de la emulsión (EE) y Capacidad de retención de agua del embutido (CRAe). Se realizaron los análisis de capacidad de retención de agua en carne fresca, descongelada y cocida (a 77, 82 y 87 °C). Los datos se expresaron por la media  $\pm$  SEM, se empleo análisis de varianza diseño completo al azar (DCA) y la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ). La mejor capacidad de retención de agua en carne fresca correspondió a pescado paco CRA I (25%) y CRA II (17,333%), en carne descongelada correspondió a ovino CRAd (0,357%), en carne cocida a temperatura de 77 °C correspondió a pollo CRAc (6,62%), y a 82 y 87 °C correspondió a ovino CRAc (9,31 y 18,953% respectivamente). También se realizaron los análisis de estabilidad de emulsión y capacidad de retención de agua de la salchichas de cerdo y ovino. Los datos se expresaron por la media  $\pm$  SEM, se empleo la prueba de t – student ( $p < 0,05$ ). La mejor estabilidad de la

emulsión (EE) y capacidad de retención de agua (CRAe) correspondió a la salchicha elaborada con carne de cerdo EE (8,53 ml/100g de carne) y CRAe (25%).

## **I. INTRODUCCIÓN**

El agua es el componente más abundante de la carne (65-80%), sin embargo, la cantidad de agua en el tejido muscular puede ser muy variable, debido a la pérdida que se puede tener después de beneficiado el animal y durante el almacenamiento, afectando de esta manera la calidad de la carne. Muchas de las propiedades físicas de la carne (color y textura en carne cruda) y de aceptación (jugosidad y blandura en carne cocinada) dependen de su capacidad para retener esta agua. La pérdida de agua en carne es un problema, ya que ésta es vendida por peso y la cantidad de agua que pierde durante el almacenamiento, afecta el aspecto de la carne fresca, su rendimiento y valor económico, además afecta el rendimiento en la fabricación de productos elaborados.

Durante el procesamiento, la carne es sometida a diferentes temperaturas (refrigeración, congelación y tratamiento térmico), esto genera la pérdida de agua afectando el rendimiento del producto. Una carne que tiene poca capacidad de retención de agua es considerada de baja calidad para la industria de embutidos, porque ésta no tiene estabilidad en las emulsiones, provocando la separación de agua y grasa, afectando la calidad del producto.

La industria cárnica va diversificando sus productos en la elaboración de embutidos de diferentes especies animales para poder ofrecer

al consumidor una variada oferta de estos productos; una carne toma valor para embutidos cuando tiene una buena capacidad de retención de agua, de no ser así, ésta va a perder agua y separarse de los otros ingredientes, disminuyendo la calidad del producto; por esta razón en la investigación se estudiará que carnes son más aptas para la industria de embutidos.

En base a este marco se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la capacidad de retención de agua (CRA) y pH en carne fresca, descongelada y cocida (a diferentes temperaturas) en carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado Paco.
- Elaborar salchicha con la carne que tiene mejor capacidad de retención de agua (CRA) y evaluar la estabilidad de la emulsión (EE) y Capacidad de retención de agua del embutido (CRAe).

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Especies animales**

Según HAGEDOORN (1996), existen distintas especies animales entre ellas tenemos:

#### **2.1.1 Res**

La res es una especie de la familia *Bovidae*, generalmente domésticos, se crían a lo largo y ancho del planeta por su carne, su leche y su piel. La hembra es la vaca y el macho, el toro (si ha sido castrado, buey). Las crías de la vaca son los terneros o becerros. La cría y utilización de estos animales por parte del hombre se conoce como ganado bovino. Además de la propia raza, se emplean diferentes formas de clasificación individual como bien pueden ser la disposición y forma de la capa (color del pelaje). La clasificación científica de la res es la siguiente:

Reino:       Animalia  
Filo:         Chordata  
Clase:        Mammalia  
Orden:       Artiodactyla  
Familia:     Bovidae  
Subfamilia: Bovinae

Género: *Bos*

Especie: *B. taurus.*

### 2.1.2 Cerdo

El cerdo es un mamífero doméstico usado en la alimentación humana. Su nombre científico es *Sus scrofa domestica*, aunque algunos autores lo denominan *Sus domesticus* o *Sus domestica*. Se encuentra en casi todo el mundo. El cerdo doméstico adulto tiene un cuerpo pesado y redondeado; hocico comparativamente largo y flexible; patas cortas con pezuñas (cuatro dedos) y una cola corta. La piel, gruesa pero sensible, está cubierta en parte de ásperas cerdas y exhibe una amplia variedad de colores y dibujos. Son animales rápidos e inteligentes. Adaptados para la producción de carne, dado que crecen y maduran con rapidez. Son también fuente primaria de grasa comestible, aunque, en la actualidad, se prefieren las razas que producen carne magra. Además, proporcionan materia prima de calidad para la elaboración del jamón. La clasificación científica del cerdo es la siguiente:

Reino: *Animalia*

Filo: *Chordata*

Clase: *Mammalia*

Orden: *Artiodactyla*

Familia: *Suidae*

Género: *Sus*

Especie: *Sus scrofa domestica.*

### 2.1.3 Pollo

El gallo rojo o gallo doméstico (*Gallus gallus*) es una de las cuatro especies del género *Gallus*. La gallina doméstica tal vez sea el ave más numerosa del planeta, pues se calcula que supera los 13000 millones de ejemplares. Los gallos y gallinas son criados principalmente por su carne y por sus huevos. También se aprovechan sus plumas, y algunas variedades se crían y entrenan para su uso en peleas de gallos. Se llama pollo al animal juvenil de esta especie. La clasificación científica del pollo es la siguiente:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Aves

Orden: Galliformes

Familia: Phasianidae

Género: *Gallus*

Especie: *G. gallus*.

### 2.1.4 Ovino

La oveja (*Ovis aries*) es un mamífero doméstico. Su carne y leche se aprovechan como alimento. Con la leche puede elaborarse derivados lácteos, entre los que destaca el queso. Con su lana se elaboran distintos productos, especialmente ropa. El cuero es otro subproducto ampliamente utilizado. A la hembra se le llama oveja y al macho carnero (que generalmente presenta grandes cuernos, normalmente largos y en espiral). Las crías de la oveja son los corderos y los ejemplares jóvenes son conocidos como

moruecos. Los ovinos son conocidos también (principalmente en Hispanoamérica) como cordero. La cría y utilización de estos animales por parte del hombre se conoce como ganado ovino. La clasificación científica del ovino es la siguiente:

Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Mammalia
Orden:	Artiodactyla
Familia:	Bovidae
Subfamilia:	Caprinae
Género:	Ovis
Especie:	O. aries.

### 2.1.5 Conejo

El conejo común o conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*) es un mamífero del orden Lagomorpha, único miembro del género *Oryctolagus*. Se caracteriza por tener un cuerpo cubierto de un pelaje espeso y lanudo, de color pardo pálido a gris, cabeza ovalada y ojos grandes. Tiene orejas largas de hasta 7 cm y una cola muy corta. Sus patas anteriores son más cortas que las posteriores. Mide de 33 a 50 cm, incluso más en razas domésticas para carne. Todas estas características que posee esta especie pueden variar significativamente según la raza. Distinguimos los machos (varones) de las hembras gracias a su cabeza, más ancha y menos fina que la de las hembras. Los dientes de un conejo, particularmente sus incisivos, crecen sin cesar. El

conejo debe constantemente "gastar" sus dientes con el fin de evitar que se vuelvan demasiado largos (lo que podría por otro lado herirle). La clasificación científica del conejo es la siguiente:

Reino: Animalia  
División: Chordata  
Clase: Mammalia  
Orden: Lagomorpha  
Familia: Leporidae  
Género: *Oryctolagus*  
Especie: *O. cuniculus*.

#### **2.1.5 Pescado Paco**

Según SULCA (2008), el paco es un pez tropical que no puede sobrevivir si la temperatura del agua desciende a menos de 15 °C, es un pez bastante aplanado. Puede alcanzar hasta 85 cm. de longitud total y pesar alrededor de 20 kilos. El paco juvenil se mimetiza con el color amarillo, rojo o rojo oscuro, respectivamente. Durante el desove aparece un color rojo intenso en la parte pectoral. El paco es un pez omnívoro que prefiere las frutas, semillas y hojas verdes que caen al agua, pero ocasionalmente, parte de su dieta puede ser detritus, peces pequeños e invertebrados, también el crecimiento del paco en su hábitat natural es significativamente menor comparándola con el de gamitada. Esta puede ser la razón por la que el paco alcanza su madurez sexual un año antes. Con una alimentación adecuada, el

paco también crece muy bien en cultivo. La clasificación científica del pescado

Paco es la siguiente:

Reino: *Animalia*  
División: *Chordata*  
Clase: *Actinopterygii*  
Orden: *Characiformes*  
Familia: *Characidae*  
Género: *Piaractus*  
Especie: *P. brachypomus*.

## **2.2 Generalidades sobre la carne**

Según LÓPEZ y CARBALLO (1991), las carcasas de los animales de carne están formadas por tres tejidos fundamentales: muscular (que representa los tejidos nobles y mayoritarios), adiposo y óseo. El tejido muscular da origen a la carne, bien sólo o acompañado parcialmente por tejido adiposo.

### **2.2.1 Definición de carne**

El término carne fresca es utilizado en un contexto especial para incluir productos que han pasado por los cambios químicos y físicos luego de la matanza, pero que han sido mínimamente procesados. Las propiedades fisicoquímicas de la carne fresca dictan su utilidad para el comerciante, su atractivo para el comprador o consumidor y su adaptabilidad para algún procesamiento ulterior Aberle *et al.*, (2001), mencionado por RAMOS (2005).

La mayoría de las veces los consumidores adquieren aquellos productos que les parecen más atractivos a su vista. Desde el punto de vista de aceptabilidad, la percepción que tiene el comprador en cuanto a la posible relación entre características visuales y calidad del producto tiende a ser bastante apropiada Northcutt *et al.*, (1994), mencionado por RAMOS (2005).

Para PRANDL (1994), por disposición legal sobre inspección de carnes, comprende todas las porciones de la carcasa que sirven para consumo humano y frecuentemente los alimentos elaborados a partir de las mismas; por otra parte, se limita a aquellos géneros y especies que son objeto de inspección legal.

Según LAWRIE (1977), la carne se define como el tejido muscular de los animales utilizados como alimento. En la práctica, se incluye junto a la musculatura órganos tales como el hígado, riñón, cerebro y otros tejidos comestibles.

### **2.2.2 Valor nutritivo de la carne**

Según el cuadro 1, la proteína representa un 20% de la porción magra de la carne. No sólo es muy alto el contenido proteico del tejido muscular sino que además su calidad también es muy elevada, pues su composición de aminoácidos es muy semejante a la necesaria para el mantenimiento y crecimiento del tejido humano. Aproximadamente el 95% del contenido de nitrógeno total del músculo es proteico y el 5% restante procede de péptidos más pequeños y aminoácidos.

El tejido muscular es una excelente fuente de vitaminas del complejo B, en especial de tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B6 y vitamina B12. No obstante, el contenido muscular de vitamina B varía considerablemente en función de la especie, y en una misma especie según el tipo de músculo. Además, los contenidos de vitamina B oscilan también con la raza, edad, sexo y estado de salud del animal.

La carne es una buena fuente de hierro y de fósforo, pero es bastante pobre en calcio (unos 10 mg por 100 g de carne). Contiene de 60 a 90 mg de sodio y unos 300 mg de potasio por 100 g de tejido magro (FENNEMA, 1982).

**Cuadro 1.** Composición química de la carne de diferentes especies animales

	COMPOSICION (%)			
	AGUA	PROTEINAS	LIPIDOS	CENIZAS
RES	70 – 73	20 – 22	4 -8	1
CERDO	68 – 70	19 – 20	9 – 11	1,4
POLLO	73,7	20 – 23	4,7	1
OVINO	73	20	5 – 6	1,6
CONEJO	74,6	21,9	8,6	1

Fuente: AGAPITO (2003)

Las recomendaciones nutricionales en la dieta humana normal, según la Organización Mundial de la Salud son:

- Glúcidos: 300 - 400 g/día
- Lípidos: 60 - 90 g/día

- Proteínas: 60 – 90 g/día

De este aporte proteico, el 30% o más deben corresponder a proteínas animales (LÓPEZ y CARBALLO, 1991).

## **2.3 Propiedades funcionales de la carne**

Las propiedades funcionales de la carne se deben generalmente a las proteínas miofibrilares y tienen mucha importancia, tanto en la elaboración de productos cárnicos como en su calidad final.

### **2.3.1 Capacidad de retención de agua (CRA)**

La capacidad de retención de agua es la propiedad más estudiada en cuanto a tecnología de alimentos y de ella dependen otras, tales como color, ternura y jugosidad de los productos cárnicos. Se conoce por las siglas CRA. Es importante en cualquier producto cárnico, ya que determina dos importantes parámetros económicos: las pérdidas de peso en los procesos de transformación y la calidad de los productos obtenidos.

El agua del músculo se encuentra en proporción de un 70% en las proteínas miofibrilares; 20% en las sarcoplásmicas y 10% en el tejido conectivo. El término CRA se define como la propiedad de una proteína cárnica para retener el agua tanto propia como añadida, cuando se somete a un proceso de elaboración (tratamiento térmico, extrusión, etc.). Otros autores distinguen la CRA como la capacidad de retener el agua propia y la CLA como capacidad de retener el agua añadida (capacidad de ligar agua) (LÓPEZ y CARBALLO, 1991).

La capacidad de la carne para retener su contenido de agua natural o añadida, cuando se somete a fuerzas externas (cortes, calentamiento o molido) es altamente variable. Es inevitable una pequeña pérdida de humedad durante cualquier tipo de procesamiento ya que una fracción del agua presente se encuentra en forma libre y es susceptible a perderse por evaporación o en los efluentes, (Aberle *et al.*, 2001, mencionado por RAMOS, 2005). La ganancia o pérdida de agua del músculo durante el procesamiento depende tanto de las características del animal como del manejo al que fue sometido previo a la matanza (Northcutt *et al.*, 1994, mencionado por RAMOS, 2005).

El agua muscular existe de forma enlazada, inmobilizada y libre. Debido a la distribución de sus electrones, las moléculas de agua no son eléctricamente neutras y se asocian con grupos reactivos (ionizados) de las proteínas musculares (Aberle *et al.*, 2001, mencionado por RAMOS, 2005). La mayor parte del agua en el músculo (88-95%) se mantiene de manera intracelular dentro de las miofibrillas en el espacio libre entre los filamentos finos y gruesos. Una pequeña porción del agua presente en el músculo (5-12%) está localizada extracelularmente (Northcutt *et al.*, 1994, mencionado por RAMOS, 2005).

El contenido de agua y su distribución dentro de la carne tienen una gran influencia en su calidad y valor económico. Varios factores afectan el número de grupos reactivos en las proteínas musculares y su capacidad para retener agua. Estos factores dependen de la producción de ácido láctico, pérdida de ATP, desarrollo del *rigor mortis* y cambios estructurales de las células asociadas con la actividad de enzimas proteolíticas. El grado de

capacidad de retención de agua asociado con cada etapa de *rigor*, o con el índice de cambios *post-mortem*, es observable debido a sus efectos sobre la firmeza, estructura y textura. Los músculos con alta capacidad de inmovilizar agua son firmes, tienen una estructura rígida y una textura seca o pegajosa. Por el contrario, los tejidos con una baja capacidad de inmovilizar agua son suaves, tienen una estructura flácida y una consistencia húmeda.

La formación de ácido láctico, y por ende la disminución en pH, durante el periodo post-matanza (*post mortem*), es responsable de la reducción general de los grupos reactivos en las proteínas que pueden formar enlaces con agua. Este cambio resulta en cantidades variables de desnaturalización y pérdida de solubilidad en las proteínas. La reducción en el número de grupos reactivos ocurre porque el pH alcanza el punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares. Como consecuencia, estos grupos tienden a atraerse entre sí y solamente los que exceden quedan disponibles para atraer el agua. Esta influencia del pH es llamada el efecto de carga neta. La capacidad de retención de agua del tejido muscular tiene un efecto directo en la merma observada en la carne durante el almacenaje (Aberle *et al.*, 2001, mencionado por RAMOS, 2005).

Cuando los tejidos tienen una baja capacidad de retención de agua la pérdida de humedad y por ende la pérdida de peso, durante el almacenaje es mayor. Una vez que la canal es fraccionada en los cortes principales, la superficie de exposición al aire se aumenta y, como consecuencia, también se incrementa la pérdida de humedad por evaporación. Dependiendo de las condiciones ambientales, la pérdida de humedad puede ser más o menos

severa pero siempre se afecta la calidad de la carne por la deshidratación superficial, (Young y Smith, 2004, mencionados por RAMOS, 2005).

### **2.3.2 Factores que influyen en la CRA de la carne**

La CRA depende de dos factores fundamentales: el tamaño de la zona H, que es el espacio libre donde se retiene el agua, y la existencia de moléculas que aporten cargas y permitan establecer enlaces dipolo-dipolo con las moléculas de agua. Existen diversas condicionantes que influyen en estos factores que se menciona a continuación:

- **pH**

A pH 5 es el punto isoeléctrico de la mayoría de las proteínas cárnicas, no existen en ellas cargas eléctricas netas y no hay, por tanto, atracción por las moléculas de agua (polares), ni repulsión entre las moléculas de proteína entre sí. A medida que aumentamos el pH por un lado, aumenta la carga y la atracción dipolo-dipolo, por otro lado, hay repulsión entre las moléculas de proteínas cargadas de igual signo, aumentando el tamaño de la zona H, este mismo comportamiento sucede al disminuir el pH; la mínima CRA coincide con el pH 5, aumentando a medida que se aleja del mismo.

- **Cambios *post-mortem***

Después del sacrificio, la CRA es muy grande, debido a que el pH es aproximadamente de 7, y a que no se ha formado el complejo de actomiosina. A medida que nos acercamos al *rigor mortis*, el glucógeno se

transforma en ácido láctico (por glicolisis anaeróbica), que baja el pH hasta el punto isoeléctrico de las proteínas, lo que implica que la CRA sea mínima. Al cesar el aporte de ATP se forma el complejo de actomiosina, disminuyendo el espacio libre. Con el tiempo hay una degradación de proteínas miofibrilares que elevan el pH. Se suele hablar de carnes DFD y PSE, cuando el animal se somete a stress consume el glucógeno y no hay glicolisis anaerobia, por lo que las carnes se presentan secas (dry), extremadamente firmes (firm) y oscuras (dark) y se denomina carnes DFD son rechazados por los fabricantes de productos cárnicos. Cuando las reservas de glucógeno son muy grandes el pH baja más de lo normal, quedando una carne de color pálido (pale), blanda (soft) y exudativa (exhudative) denominada carne PSE y son rechazados por los fabricantes de productos cárnicos.

- **Adición de sales (cloruro sódico)**

La CRA en una carne a la que se le ha añadido cloruro sódico depende del pH, si el pH es mayor que 5 la CRA se mejora notablemente y si el pH es menor de 5 la CRA disminuye al añadir el cloruro sódico. Es un hecho experimental y existen numerosas hipótesis, entre ellas, la más aceptable es que el ión Cl es mucho más activo que el Na y es capaz de neutralizar las cargas positivas del músculo a pH menor que 5. A pH mayor que 5 el músculo está cargado negativamente, por lo que el ion Cl resulta inactivo (LÓPEZ y CARBALLO, 1991).

- **Tratamiento térmico**

Con respecto al calentamiento, SANDERSON y VAIL (1963) han demostrado que un incremento de la temperatura produce un aumento de las pérdidas por cocinado; el punto final de temperatura alcanzado afecta a dichas pérdidas. La temperatura óptima para conversión de agua ligada en agua libre según RITCHEY Y HOSTETLER (1964) fue de 70 °C, calentando el músculo a mayores temperaturas disminuye la CRA debido a la agregación de los sistemas proteicos, la duración del calentamiento influye poco en la CRA.

- **Congelación**

La acción de formación de hielo en la rotura del tejido muscular y en el descenso de la CRA es bien conocida. La formación y modificación de cristales de hielo conducen a una redistribución del agua, que afecta a su reentrada en los sitios originales (rehidratación proteica y CRA) resultando una eliminación de agua de los tejidos como exudado. La pérdida de CRA del tejido por la acumulación de solutos y su relación con las membranas, además de la distorsión del tejido resultado de la formación de grandes cristales extracelulares. Las pérdidas de peso que sufren los músculos durante la descongelación son menores al estar los músculos unidos al esqueleto; esto tiende a reducir la exudación al mínimo, deben descongelarse lentamente para reducir el goteo al mínimo citado por (Aberle *et al.*, 2001, mencionado por RAMOS, 2005).

## **2.4 Embutidos**

Según PRICE y SHWEIGERT (1976), un embutido es un alimento que se prepara con carne picada y condimentada, dándole normalmente una forma simétrica. La palabra embutido deriva del latín *salsus* que significa salada o literalmente, carne conservada por salazón. La elaboración de embutidos comenzó con el simple proceso de salado y secado de la carne, esto se hacía para conservar la carne fresca que no podía consumirse inmediatamente. Nuestros antepasados pronto descubrieron que estos productos mejoraban con la adición de especias y otros condimentos, tanto la conservación como el sabor se favorecían con el ahumado. El producto era más manejable dentro de empaques contruidos con el tracto intestinal de animales.

### **2.4.1 Clasificación de los embutidos**

Según LÓPEZ y CARBALLO (1991), los productos cárnicos se clasifican en:

- Productos cárnicos frescos.
- Productos cárnicos crudos – adobados.
- Productos cárnicos crudos curados.
- Productos cárnicos tratados por el calor.
- Salazones cárnicas.
- Platos preparados cárnicos.
- Otros derivados cárnicos.

### **2.4.2 Salchicha**

Según TELLEZ (1992), esta clase de embutidos constituyen los verdaderos productos escaldados y se caracterizan por ser productos cuyos diámetro va desde 12 a 25 milímetros, productos delgados, utilizan preferentemente carne de ternera y porcino joven, recién beneficiados las que dan a la masa un color claro, de textura fina, de un sabor fácilmente corregible y de buena absorción al agua.

### **2.4.3 Estabilidad de la emulsión**

LÓPEZ y CARBALLO (1991), indican que es la cualidad de una proteína de formar una emulsión que permanezca estable el mayor tiempo posible. La capacidad de emulsión (CE) se suele medir sometiendo la emulsión a cocción y determinar el líquido que se pierde.

- **Emulsiones cárnicas**

La pasta fina es una emulsión tipo aceite en agua donde las proteínas son los emulgentes. En una emulsión cárnica, las gotas de grasa están recubiertas de proteína que le dan estabilidad a la emulsión, ya que, según algunos autores se unen a los dipolos del agua formando interfase. Generalmente cuando un producto mejora la CRA tiene también capacidad emulgente. Otros autores explican el fenómeno de las proteínas actuando como emulgentes porque forman un gel alrededor de la gota de grasa que retiene el agua.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Lugar de ejecución**

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Carnes de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, el cual está ubicado en el interior del campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Av. Universitaria s/n), en el km 1,5 de la carretera central Tingo María – Huánuco, en el Distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, a 660 m.s.n.m, con una humedad relativa promedio (HR) de 80 % y una temperatura promedio de 25°C.

#### **3.2 Materia prima e insumos**

##### **3.2.1 Materia prima**

Carne de res, cerdo, pollo y ovino que se adquirió del mercado de abastos de Tingo María, antes de comprarlo se verificó que tenga el sello correspondiente de beneficio (carne de res, cerdo y ovino) y no presenten olores y colores extraños, luego se transportó al laboratorio en una caja de tecnopor con hielo.

En el caso del conejo se compró el animal vivo en el mercado de Huánuco, se transportó a Tingo María en una jaula de madera, luego se dejó

reposar el animal por 24 horas durante este tiempo se le dio de beber agua, para su posterior beneficio.

El pescado Paco se adquirió de las piscigranjas del IIAP – Tingo María, luego se transportó al laboratorio en una caja de tecnopor con hielo.

### **3.2.2 Insumos**

- Agua
- Aceite 100% vegetal
- Fosfato
- Sal curante
- Especies
- Condimentos
- Cloruro de sodio
- Tripa artificial de celulosa semipermeable calibre 22 mm

## **3.3 Materiales y equipos de laboratorio y/o proceso**

### **3.3.1 Materiales de laboratorio y/o proceso**

#### **3.3.1.1 Materiales de vidrio**

- Vasos de precipitación de 50 y 400 ml marca Kimax, U.S.A
- Pipetas de 10 ml marca Brand, Germany.
- Probetas de 10 y 50 ml marca Brand, Germany.
- Fiolas de 200 ml marca Pirex, México.
- Tubos de ensayo 20 ml marca Venoget.
- Termómetro (0 – 100°C).

### **3.3.1.2 Materiales de plástico**

- Cronómetro
- pH-metro, Marca ATC, rango de 0 – 14
- Baldes 10 a 20 litros
- Recipientes de 1 litro
- Bolsas de plástico de 1kg
- Bandejas de 15 litros
- Tabla de picar
- Coladores
- Jarras de 1 litro

### **3.3.1.3 Materiales de aluminio, fierro enlosado y acero inoxidable**

- Ollas de 10 y 20 litros
- Tazones de 5 y 10 litro
- Platos
- Cuchillos
- Cucharas

## **3.3.2 Equipos de laboratorio y/o proceso**

### **3.3.2.1 Equipos de laboratorio**

- Congelador Electrolux rango temperatura de 5 a -25 °C
- Refrigeradora Coldex. Modelo: Ip 1Ob. Rango temperatura de 0 a 20 °C

- Balanza Analítica Galaxy Ohaus Electronic, modelo 6161, capacidad 500g, U.S.A.
- Centrifuga Marca Hettich-modelo MIRKO 22R de 3600 rpm
- Baño María Modelo YCW - OLOE GEMMYCO

### **3.3.2.2 Equipos de proceso**

- Cutter. Modelo C15, versión IPS, marca TALSA, capacidad 12 Kg
- Embutidora manual capacidad 12 Kg

## **3.4 Métodos de análisis**

### **3.4.1 Capacidad de retención de agua (CRA) en carne fresca**

La capacidad de retención de agua (CRA) en carne fresca, se midió utilizando el método descrito por PIETRZAK *et al.*, (1997), el cual es una modificación del método descrito por JAUREGUI *et al.*, (1981). Éste consistió en añadir 8 ml de Cloruro de sodio (NaCl) 0,6 M a 5 gramos de carne molida e incubar las muestras tratadas a 5 °C durante 30 minutos. Al término del período de incubación, las muestras fueron centrifugadas a 3 600 rpm por 15 minutos y se determinó la CRA I midiendo el volumen del sobrenadante (solución de agua y NaCl) y CRA II pesando el pellet de carne formado en el fondo del tubo de centrifuga.

### 3.4.2 Evaluación del pH

La evaluación del pH, se realizó utilizando el método descrito por SZERMAN. et al., (2008). Se pesaron 5g de muestra (carne cruda), se añadió 25 ml de agua destilada, se licuó y se colocó en un vaso de precipitación de 100 ml se introdujo en la muestra diluida el electrodo combinado y se tomó directamente la lectura del pH.

### 3.4.3 Capacidad de retención de agua en carne descongelada (CRAd)

La CRAd se evaluó utilizando el método descrito por RAMÍREZ, (2003). Se descongelan por 24 horas los cortes, se obtuvieron los pesos del corte congelado y descongelado. La CRAd se determinó como pérdida de peso por descongelamiento, con la siguiente fórmula.

$$\text{CRAd} = \frac{\text{Peso corte congelado (g)} - \text{Peso corte descongelado (g)}}{\text{Peso corte congelado (g)}} \times 100$$

### 3.4.4 Capacidad de retención de agua en carne cocida (CRAc)

La CRAc se evaluó utilizando el método descrito por RAMÍREZ, (2003), para esto se obtuvieron tajadas de 2,5 cm de largo x 1,5 cm de ancho aproximadamente de la zona más ancha de los cortes, las que fueron cocidas a diferentes temperaturas 77, 82 y 87°C respectivamente. Se pesaron los bifes crudos y cocidos utilizando la balanza y se determinó la CRAc como pérdida de peso por cocción, con la siguiente fórmula.

$$\text{CRAc} = \frac{\text{Peso bife crudo (g)} - \text{Peso bife cocido (g)}}{\text{Peso bife crudo (g)}} \times 100$$

### **3.4.5 Estabilidad de la Emulsión (EE)**

La estabilidad de la emulsión se evaluó utilizando el método descrito por RAMÍREZ, (2003). Para determinar la estabilidad de la emulsión se utilizó 150 g de emulsión distribuida en 3 frascos (50 g / frasco). Posteriormente, los frascos se colocaron en baño maría a 90°C, hasta que la emulsión alcanzó 70°C en su centro térmico. Para controlar la temperatura se usó un frasco extra (testigo) y se midió la temperatura. Una vez que se alcanzó los 70°C se sacaron del baño maría y se dejó enfriar a temperatura ambiente, hasta que la emulsión alcanzó 40°C aproximadamente.

Finalmente para medir la estabilidad de la emulsión se dejó escurrir el líquido desprendido por un periodo de 2 minutos, recibiendo en una probeta graduada con la ayuda de un embudo y un colador para retener el coágulo de la carne formada por la cocción. El resultado fue expresado en ml del líquido desprendido por 100 g de la emulsión.

### **3.4.6 Capacidad de retención de agua del embutido (CRAe)**

La CRAe se evaluó utilizando el método descrito por RAMÍREZ, (2003). Primero se procedió a preparar 3 embutidos de 20 g, para ello se usó tripa de celulosa semipermeable y una jeringa. La cocción de los embutidos, se hizo en baño maría a 100 °C hasta que el centro de los embutidos alcanzó los 70 °C. Se utilizó un embutido extra control, para controlar la temperatura con el termómetro. Una vez que se alcanzó la temperatura de 70 °C, los embutidos fueron retirados de la estufa y enfriados a temperatura ambiente hasta una

temperatura de 20 °C. La CRAe se determinó como pérdida de peso por cocción de los embutidos, con la siguiente fórmula.

$$\text{CRAe} = \frac{\text{Peso embutido crudo (g)} - \text{Peso embutido cocido (g)}}{\text{Peso embutido crudo (g)}} \times 100$$

### **3.5 Metodología experimental**

#### **3.5.1 Evaluación de la capacidad de retención de agua (CRA) y pH en carne fresca**

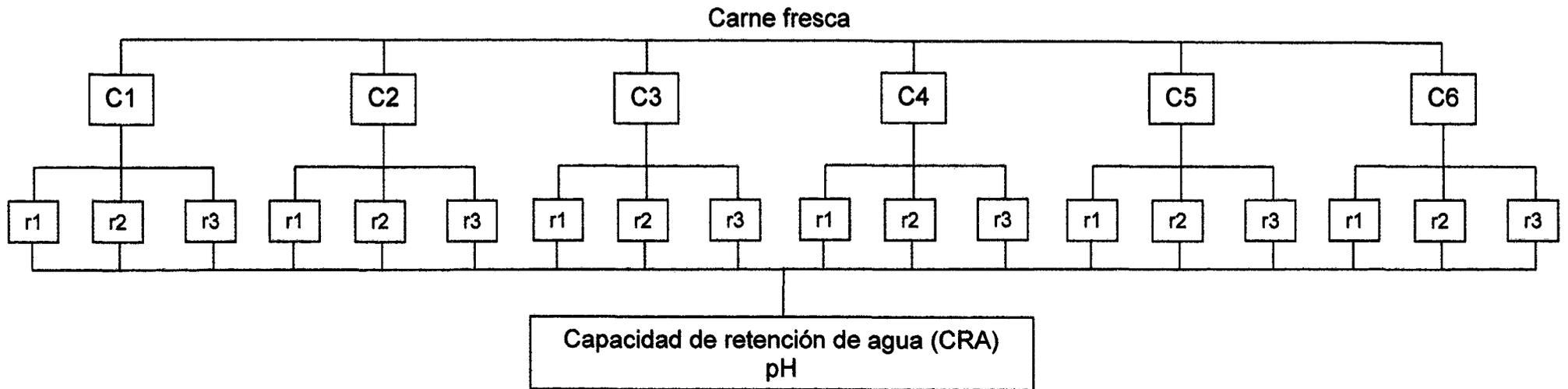
De cada especie se tomaron 3 muestras del músculo *Longissimus dorsi*, con peso de 5 g cada muestra, la CRA y el pH se evaluó de acuerdo a lo descrito en métodos de análisis. Para lo cual se utilizó el diseño experimental mostrado en la figura 1.

#### **3.5.2 Evaluación de la capacidad de retención de agua en la carne descongelada (CRAd) y pH**

Los músculos designados para cada una de las especies fueron congelados a -18°C, luego se descongeló por 24 horas cada corte en refrigeración a 4 °C, luego se midió la CRAd y el pH de la carne descongelada de acuerdo a lo descrito en métodos de análisis. Para lo cual se utilizó el esquema experimental mostrado en la figura 2.

### **3.5.3 Evaluación de la capacidad de retención de agua en la carne cocida (CRAc) y pH**

La carne descongelada fue cocinada a temperaturas de 77, 82 y 87 °C, luego de la cocción se determinó la CRAc por pérdida de peso, y también se midió el pH. Esto se realizó siguiendo el diseño experimental mostrado en la figura 3.

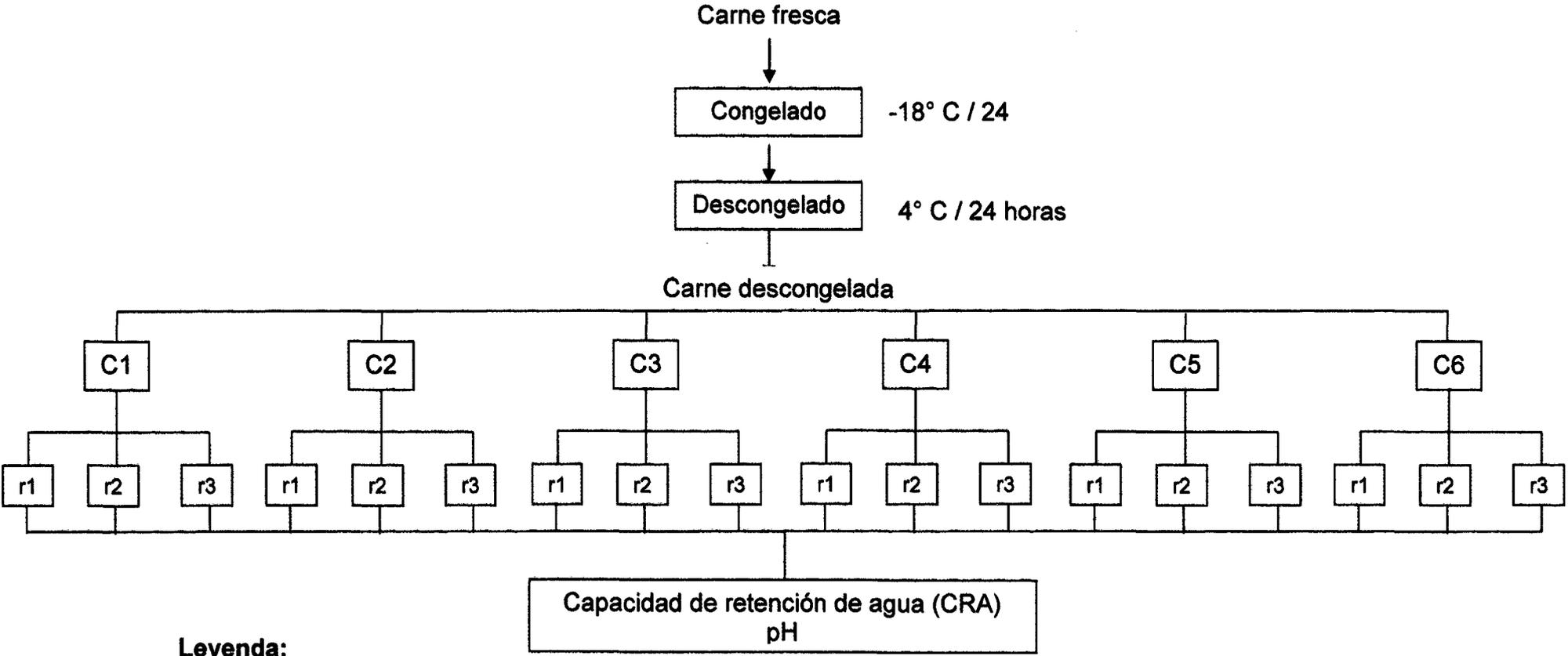


**Leyenda:**

**C1, C2, C3, C4, C5, C6** : Carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y paco

**r1, r2, r3** : Repetición 1, 2, 3

**Figura 1:** Diseño experimental para el estudio de la CRA y pH en carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco.

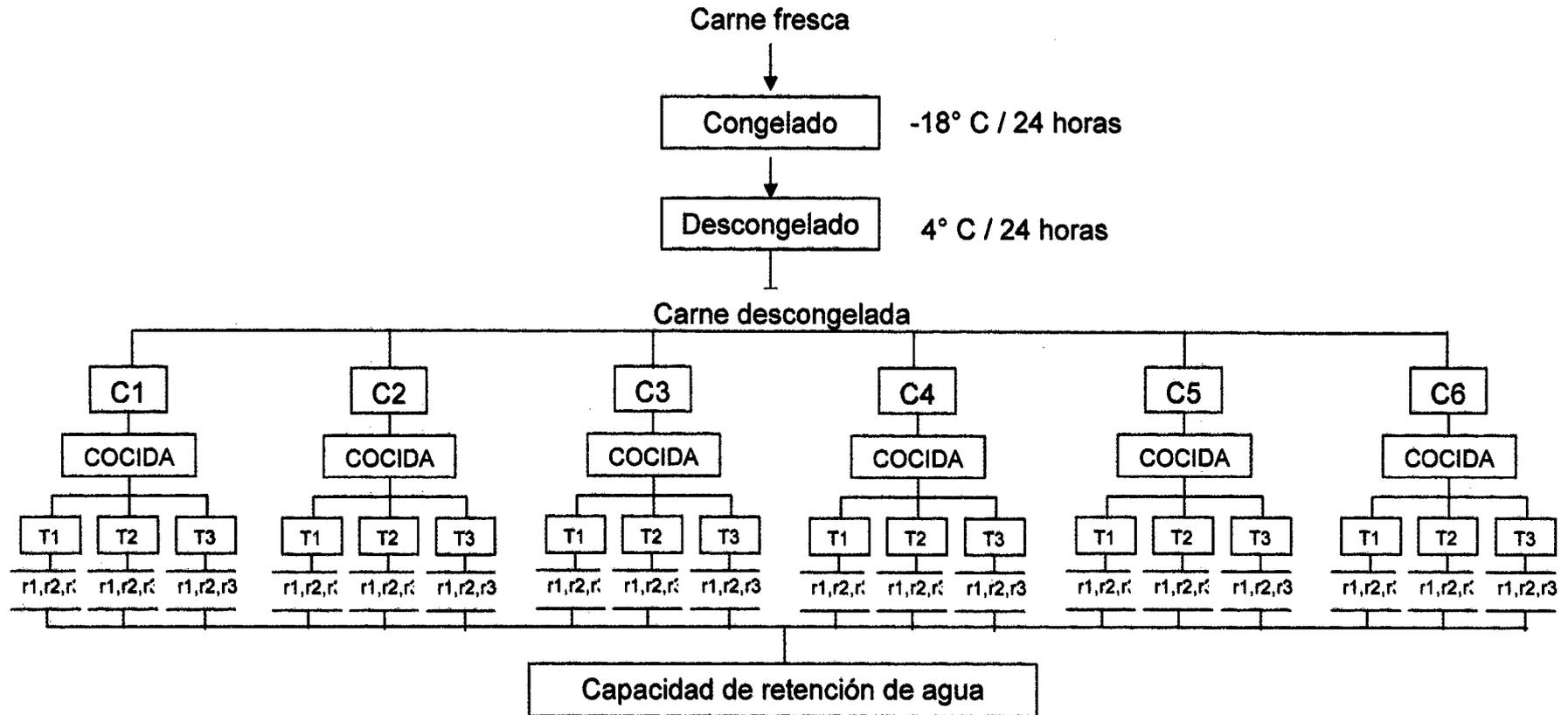


**Leyenda:**

C1, C2, C3, C4, C5, C6 : Carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y paco

r1, r2, r3 : Repetición 1, 2, 3

**Figura 2:** Diseño experimental para el estudio de la CRA y pH en carne descongelada de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco.



**Leyenda:**

**C1, C2, C3, C4, C5, C6 :** Carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y paco

**T1, T2, T3 :** Temperatura 77 °C, 82° C y 87°C

**r1, r2, r3 :** Repetición 1, 2, 3

**Figura 3:** Diseño experimental para el estudio del efecto de la temperatura en la capacidad de retención de agua y pH de carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco.

### 3.5.4 Formulación de la emulsión

Se consideraron sólo las dos mejores carnes de las cinco especies animales estudiadas, aquellas que tuvieran el mejor comportamiento como carne fresca, descongelada y cocida, se procedió a elaborar 250 g de emulsión con la formulación que se indica en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Formulación base para prepara la emulsión.

Componente	Porcentaje (%)	Cantidad (g)
Carne	48	120,0
Grasa	25	62,5
Agua	25	62,5
Sal	2	5,0

Fuente: DAETZ (2000).

### 3.5.5 Proceso de elaboración de la salchicha

El flujo de elaboración de la salchicha se indica en la figura 4, y se describe a continuación.

#### - Cortado

La carne se cortó en cubos de 1 pulgada aproximadamente

#### - Curado

Se adicionó a la carne, sal común 10 g / kg de carne, azúcar 4 g / kg de carne y sal curante 2 g / kg de carne. Luego se almacenó a temperatura de congelación por un día.

**- Molido**

Se procedió al molido de la carne previamente curada, utilizando la moledora de carne.

**- Cutteado**

Se procedió al cutteado según la formulación establecida: carne molida, concentrado de soya, sal, fosfato, mitad de hielo, grasa, harina, resto de hielo y los condimentos.

**- Embutido**

Cuando la masa estuvo homogénea se llevó a la embutidora. Se embutió la masa en tripas artificiales de celulosa semipermeable calibre 22 mm, tratando de no introducir aire.

**- Atado**

Se porcionó en tamaño de aproximadamente 10 a 15 cm.

**- Pesado**

Se registró el peso de los embutidos.

**- Escaldado**

Se colocaron los productos en agua a 75 °C, hasta que la temperatura interna del producto alcanzó los 70 °C.

**- Enfriado**

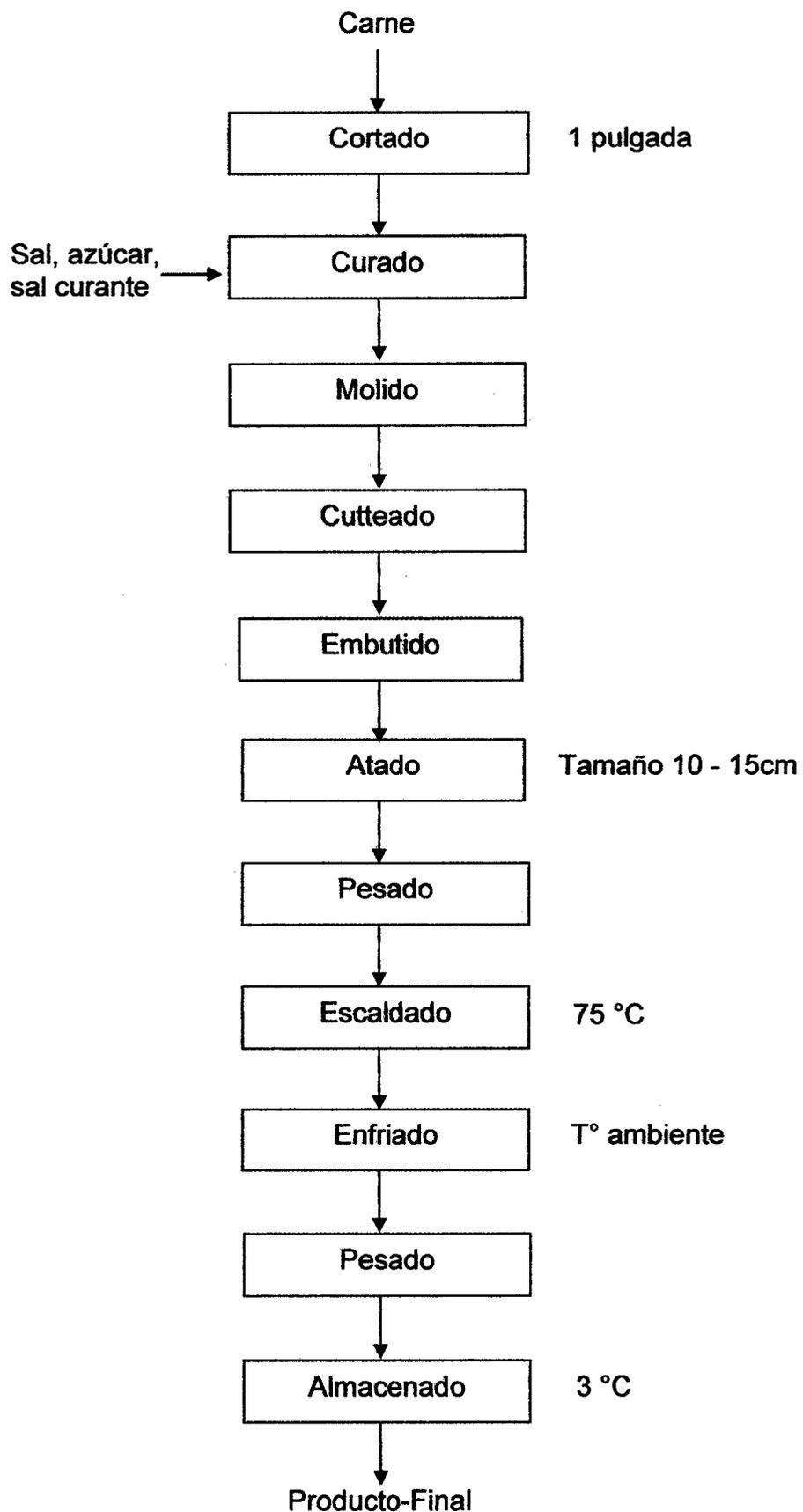
Se enfriaron los productos a temperatura ambiente.

**- Pesado**

Se registró el peso total de los embutidos.

**- Almacenado**

Se pesaron los productos y luego se colocaron en refrigeración a 3 °C



**Figura 4:** Flujograma de elaboración de salchicha

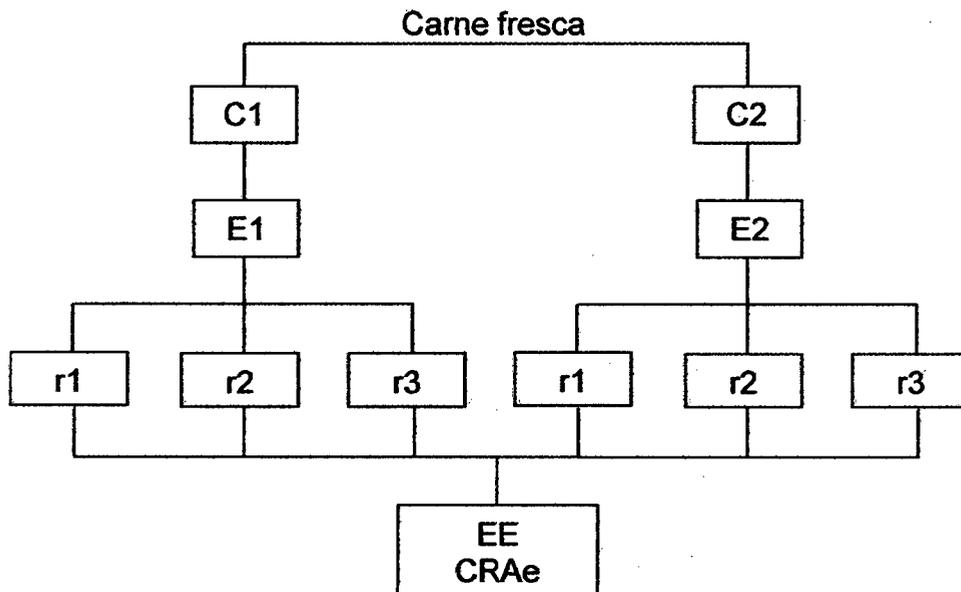
### **3.5.6 Evaluación de la estabilidad de la emulsión (EE) y capacidad de retención de agua en el embutido (CRAe)**

#### **3.5.6.1 Estabilidad de la emulsión**

La emulsión preparada se colocó en tres frascos tal como cita RAMÍREZ (2003) y se midió la estabilidad por ml del líquido desprendido por 100 g de la emulsión según método descrito en métodos de análisis, el desarrollo de la metodología se presenta en el esquema experimental mostrado en la figura 5.

#### **3.5.6.2 Capacidad de retención de agua del embutido (CRAe)**

Para poder predecir cuál será el comportamiento de la carne en emulsión frente a la temperatura y su posible comportamiento en el embutido se realizó la evaluación de la CRAe, se calculó según la fórmula presentada en métodos de análisis. El esquema de la metodología experimental se presenta en la figura 5.



**Leyenda:**

**C1, C2** : Carnes que presentaron mejores características (cerdo y ovino respectivamente).

**E1, E2** : Embutidos.

**EE** : Estabilidad de la emulsión.

**CRAe** : Capacidad de retención de agua de la emulsión.

**r1, r2 y r3**: repeticiones de cada tratamiento.

**Figura 5:** Diseño experimental para el estudio de la estabilidad y la capacidad de retención de agua de la emulsión.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Capacidad de retención de agua (CRA) y pH en la carne fresca

Los resultados de la medición del pellet y el volumen de agua desplazado que permitieron obtener la capacidad de retención de agua, fueron determinados para cada especie animal tal como se presenta en el cuadro 3 y figura 6; así mismo, se indican los valores de pH.

**Cuadro 3.** Capacidad de retención de agua "CRA I" (Volumen) y "CRA II" (Pellet) y pH en carne fresca de diferentes especies animales.

CARNE	CRA I (Volumen)	CRA II (Pellet)	pH
RES (%)	22,917 ± 0,42 <sup>bc</sup>	10,667 ± 0,67 <sup>c</sup>	5,65 ± 0,02 <sup>c</sup>
CERDO (%)	21,667 ± 0,42 <sup>c</sup>	13,333 ± 0,67 <sup>bc</sup>	5,74 ± 0,02 <sup>bc</sup>
POLLO (%)	22,500 ± 0,00 <sup>c</sup>	11,333 ± 0,67 <sup>c</sup>	5,70 ± 0,01 <sup>bc</sup>
OVINO (%)	22,917 ± 0,42 <sup>bc</sup>	12,667 ± 0,67 <sup>c</sup>	5,72 ± 0,02 <sup>bc</sup>
CONEJO (%)	24,167 ± 0,42 <sup>ab</sup>	16,000 ± 0,00 <sup>ab</sup>	5,81 ± 0,01 <sup>b</sup>
P. PACO (%)	25,000 ± 0,00 <sup>a</sup>	17,333 ± 0,67 <sup>a</sup>	6,39 ± 0,04 <sup>a</sup>

Los valores representan (promedio ± SEM) repeticiones (n=3) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0.05).

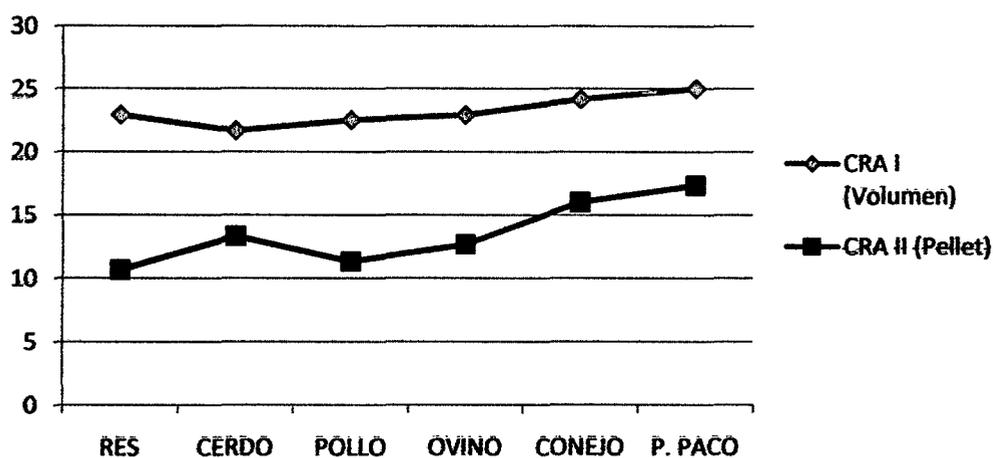


Figura 6: CRA I y CRA II en carne fresca de diferentes especies animales.

#### 4. 2 Capacidad de retención de agua en carne descongelada (CRAd) y pH

Los resultados de la medición de la CRAd y del pH se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Capacidad de retención de agua en la carne descongelada y pH

CARNE	CRAd	pH
RES (%)	3,967 ± 0,03 <sup>b</sup>	5,67 ± 0,01 <sup>d</sup>
CERDO (%)	3,887 ± 0,06 <sup>b</sup>	5,76 ± 0,02 <sup>c</sup>
POLLO (%)	2,120 ± 0,11 <sup>c</sup>	5,73 ± 0,01 <sup>cd</sup>
OVINO (%)	0,357 ± 0,02 <sup>e</sup>	5,73 ± 0,02 <sup>cd</sup>
CONEJO (%)	1,207 ± 0,12 <sup>d</sup>	6,03 ± 0,01 <sup>b</sup>
P. PACO (%)	4,783 ± 0,01 <sup>a</sup>	6,25 ± 0,02 <sup>a</sup>

Los valores representan (promedio ± SEM) repeticiones (n=3) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0.05).

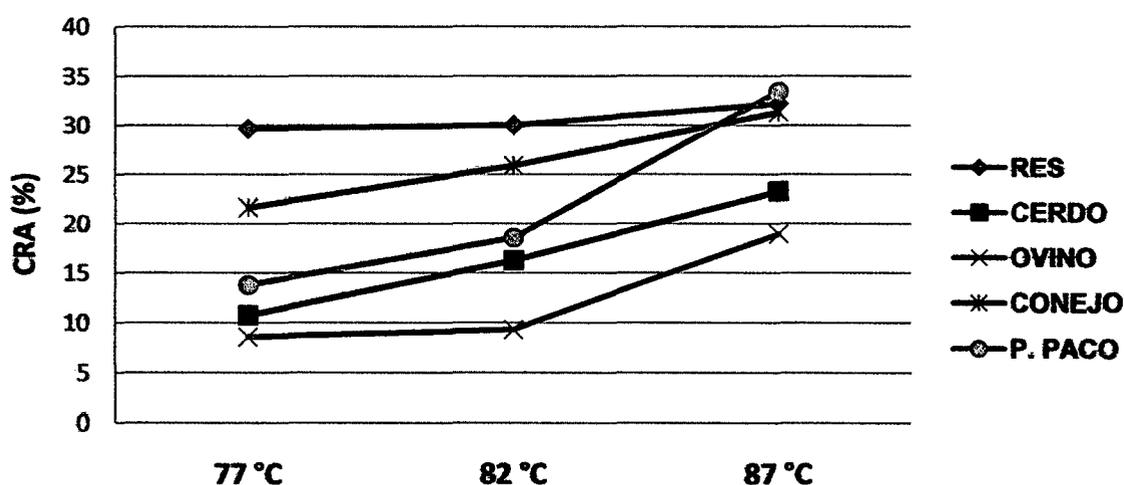
### 4. 3 Capacidad de retención de agua en carne cocida (CRAc)

Los resultados de la evaluación de la CRAc se indican en el cuadro 5 y figura 7.

**Cuadro 5.** Capacidad de retención de agua en la carne cocida de diferentes especies animales.

CARNE	TEMPERATURA		
	77 °C	82 °C	87 °C
RES (%)	29,667 ± 0,25 <sup>a</sup>	30,027 ± 0,26 <sup>a</sup>	32,180 ± 0,33 <sup>ab</sup>
CERDO (%)	10,733 ± 0,23 <sup>d</sup>	16,270 ± 0,14 <sup>d</sup>	23,277 ± 0,28 <sup>c</sup>
POLLO (%)	6,620 ± 0,23 <sup>f</sup>	12,027 ± 0,18 <sup>e</sup>	21,890 ± 0,52 <sup>c</sup>
OVINO (%)	8,587 ± 0,17 <sup>e</sup>	9,310 ± 0,19 <sup>f</sup>	18,953 ± 0,11 <sup>d</sup>
CONEJO (%)	21,650 ± 0,66 <sup>b</sup>	25,920 ± 0,26 <sup>b</sup>	31,303 ± 0,53 <sup>b</sup>
P. PACO (%)	13,790 ± 0,51 <sup>c</sup>	18,567 ± 0,35 <sup>c</sup>	33,423 ± 0,28 <sup>a</sup>

Los valores representan (promedio ± SEM) repeticiones (n=3) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0.05).



**Figura 7:** CRAc en carne cocida de diferentes especies animales.

#### 4.4 pH en carne cocida a diferentes temperaturas

Los resultados de la evaluación del pH en carne cocida a temperaturas de 77, 82 y 87°C, se presentan en el cuadro 6.

**Cuadro 6.** pH de las diferentes especies animales en la carne cocida a 77, 82 y 87 °C

CARNE	TEMPERATURA		
	77 °C	82 °C	87 °C
RES (%)	5,68 ± 0,01 <sup>ad</sup>	5,73 ± 0,00 <sup>c</sup>	5,76 ± 0,02 <sup>c</sup>
CERDO (%)	5,73 ± 0,01 <sup>bc</sup>	5,76 ± 0,01 <sup>c</sup>	5,81 ± 0,01 <sup>c</sup>
POLLO (%)	5,76 ± 0,01 <sup>b</sup>	5,93 ± 0,02 <sup>b</sup>	5,98 ± 0,01 <sup>b</sup>
OVINO (%)	5,73 ± 0,01 <sup>bc</sup>	5,75 ± 0,01 <sup>c</sup>	5,78 ± 0,01 <sup>c</sup>
CONEJO (%)	5,67 ± 0,01 <sup>d</sup>	5,72 ± 0,01 <sup>c</sup>	5,76 ± 0,02 <sup>c</sup>
P. PACO (%)	6,61 ± 0,01 <sup>a</sup>	6,66 ± 0,02 <sup>a</sup>	6,72 ± 0,01 <sup>a</sup>

Los valores representan (promedio ± SEM) repeticiones (n=3) valores de una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0.05).

#### 4.5 Estabilidad de la emulsión (EE)

Los resultados de la medición del volumen de líquido desprendido de las emulsiones (ml/100g), permitieron obtener la estabilidad de la emulsión (EE), estos resultados fueron determinados para la salchicha de carne de cerdo y de ovino tal como se presentan en el cuadro 7.

**Cuadro 7.** Estabilidad de la emulsión (ml /100g) en carne de cerdo y ovino.

Salchichas	Media $\pm$ SD	Tc	Tt ( $p \leq 0,05$ )	Sig.
Cerdo	8,533 $\pm$ 0,24	4,6697	2,015	**
Ovino	10,267 $\pm$ 0,133			

G.L= 5 (\*\*) existe diferencia altamente significativa

#### 4.6 Capacidad de retención de agua del embutido (CRAe)

La capacidad de retención de agua de las salchichas fueron obtenidos por diferencia de peso entre el embutido cocido y el crudo, estos valores se indican en el cuadro 8.

**Cuadro 8.** Capacidad de retención de agua del embutido (CRAe) con carnes de cerdo y de ovino.

Salchichas	Media $\pm$ SD	Tc	Tt ( $p \leq 0,05$ )	Sig.
Cerdo	25.167 $\pm$ 0.441	11	2,015	**
Ovino	27.000 $\pm$ 0.577			

G.L= 5 (\*\*) existe diferencia altamente significativa

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 De la capacidad de retención de agua (CRA) y pH en la carne fresca

En los resultados del cuadro 3 y figura 6, en la CRA I se realizó el análisis estadístico (A – I), se encontró que existe diferencia altamente significativa entre ellas, comparando los promedios mediante la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) se determinó que la mejor CRA I correspondió a la carne de pescado Paco con 25% siendo estadísticamente similar a la carne de conejo con 24,16%, esto puede ser explicado según lo reportado por GUERRERO y ARTEAGA (2001), quienes indican que uno de los factores que afecta la CRA es el pH, en tanto LOPEZ y CARBALLO (1991), mencionan que a medida que el pH se aleja del punto isoeléctrico de las proteínas (5 – 5,5) la CRA aumenta, esto mejora la habilidad de la carne para retener más jugo en su interior, lo cual lo hace la más jugosa al ser cocinada. Esto se justifica ya que en la evaluación del pH de estas dos carnes se obtuvieron valores elevados, mayores al de todas las otras especies y superiores al punto isoeléctrico.

Por otro lado la especie que tuvo menor CRA I correspondió a la carne de cerdo con 21,667% siendo estadísticamente igual a la carne de pollo con 22,5% esto indica que estas carnes no retienen muy bien el agua, este comportamiento puede deberse a que el animal antes de ser beneficiado no tuvo un buen reposo *antemortem* como lo reportan SILVA, *et al.*, (2005),

quienes indican que en un animal que es sometido a reposo *antemortem*, la carne tiene mayor CRA; este autor obtuvo como resultado en su investigación en cerdos, a las 24 horas *postmortem*, en animal sin reposo 21,24% de CRA y en el animal con reposo de 6 horas 25,96% de CRA. Lo que concuerda con nuestros resultados ya que la carne de cerdo tuvo 21,667% y de pollo 22,5% de CRA.

Los resultados de la CRA II, referido al pellet que se forma después de la centrifugación de la carne, realizado el análisis estadístico (A – II), se encontró que existe diferencia altamente significativa, comparando los promedios mediante la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) la mejor CRA II correspondió a la carne de pescado Paco con 17,33% siendo estadísticamente similar a la carne de conejo con 16%, la importancia de la capacidad de retención de agua reside en que muchas de las propiedades físicas de la carne cocinada dependen de la humedad, al igual que las propiedades funcionales de las proteínas musculares (Aberle *et al.*, 2001, mencionado por RAMOS, 2005).

Por otro lado la especie que tuvo menor CRA II correspondió a la carne de res con 10,667% siendo estadísticamente similar a la carne de pollo con 11,333%, esto indica que estas carnes no retienen muy bien el agua, esto puede deberse a que el pH de estas carnes se encuentran muy cercanos al punto isoeléctrico de las proteínas, por tanto la CRA es menor. Según LOPEZ y CARBALLO (1991), la determinación de la CRA es importante en cualquier carne porque permite saber cómo se debe manejar ésta en los procesos de despiezado, fileteado, cocinado, etc. RUSSO (1988), menciona que la capacidad de retención de agua representa actualmente una característica muy importante,

porque la pérdida de líquido además de conferir a la carne un aspecto acuoso, poco atractivo, determina una pérdida de peso relevante.

Del cuadro 5 y figura 6, resultados del comportamiento de pH en las carnes de las diferentes especies, los valores encontrados fueron analizados estadísticamente (A – III) y se encontró que existe diferencia altamente significativa, comparando los promedios, mediante la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) el mayor valor de pH correspondió a la carne de pescado paco con 6,39 seguido por la carne de conejo con un valor de 5,81 esto puede ser explicado según lo reportado por CONNELL (1978), quien manifiesta que el pH del músculo también se ha considerado como un indicador de la frescura del pescado. Después de muerto, el músculo de pescado alcanza valores cercanos a 6,5 o más bajos, lo mencionado por este autor coincide con los resultados encontrados en la presente investigación. El pH de los pescados rara vez son tan bajos como los observados en el músculo *post mortem* de mamíferos. Debido a su menor tenor en glucógeno, las carnes de los pescados, no presentan gran reducción del pH después de la muerte, también se reduce el glucógeno de los pescados debido a que antes de ser muertos, son sometidos a estrés durante el manipuleo de captura y el amontonamiento en las redes o en las jaulas, en tanques para su transporte en vivo o en tanques de depuración (FAO, 1999); por otro lado HULOT y OUHAYOUN (1999), mencionan que el pH final de la carne de conejo se encuentra normalmente entre 5,3 y 6. Por tanto los valores de pH encontrados para carne de conejo se encuentran en el rango establecido por este autor.

Con respecto a la carne de res ésta tuvo el menor valor del pH 5,65 seguido

de la carne de pollo con 5,70. La fluctuación del pH va a depender del descanso del animal *antemortem*, como en el caso del cerdo, un animal sin reposo a las 24 horas *postmortem* tiene un valor de pH de 5,56 y con 6 horas de reposo, un pH de 5,39 (SILVA, *et al.*, 2005). Según PRANDL (1994), el valor final de pH influye en la conservación y en las propiedades tecnológicas de la carne, además una adecuada acidificación de la carne se encuentra a un valor de pH entre 5,4 a 5,8.

Con respecto a la CRA I y CRA II en carne fresca el mejor comportamiento lo tuvo la carne de pescado paco (25% y 17,333% respectivamente), sin embargo el mejor pH correspondió a res con 5,65.

## **5.2 De la capacidad de retención de agua en carne descongelada (CRAd) y pH**

Los resultados del cuadro 4 indican la Capacidad de retención de agua (CRAd) y pH en la carne descongelada de diferentes especies animales. En la CRAd se realizó el análisis estadístico (A - IV), se encontró que existe diferencia altamente significativa, comparando los promedios mediante la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) la mejor CRAd correspondió a la carne de ovino con 0,357% y seguido por la carne de conejo con 1,207%. Con respecto a estos resultados se afirma que la pérdida de agua no tiene un comportamiento homogéneo, va a depender de fuerzas externas como efecto de la temperatura, molido, tipo de corte, tiempo de almacenamiento y calidad de músculo (LOPEZ y CARBALLO, 1991).

Por otro lado la especie que tuvo el menor CRA<sub>d</sub> correspondió a la carne de pescado paco con 4,783% seguido por la carne de res con 3,967% esto indica que estas carnes tienen poca pérdida de agua después del descongelamiento. La acción de formación de hielo en la rotura del tejido muscular y en el descenso de la CRA es bien conocida, resultando una eliminación de agua de los tejidos como exudado. (Aberle *et al.*, 2001, mencionado por RAMOS, 2005). Cuando la carne se congela los cristales de hielo formados dentro de la célula muscular producen una rotura mecánica de la misma. Si la congelación es lenta hay tiempo suficiente para que el cristal de hielo crezca, produciéndose grandes cristales, y por lo tanto, mayor rotura mecánica de las células. Durante la descongelación, estos cristales se transforman en agua, parte de la cual es reabsorbida por las células y parte se pierde como exudados. El exudado contiene aminoácidos, vitaminas hidrosolubles y sales minerales, la pérdida de valor nutritivo es pequeña. Por el contrario, puede ser considerable la disminución de peso y el resecamiento excesivo de la superficie (LOPEZ y CARBALLO, 1991).

Los resultados de los valores de pH en las carnes descongeladas de las diferentes especies animales fueron analizados estadísticamente (A - V), se encontró que existe diferencia altamente significativa, comparando los promedios ( $p < 0,05$ ) se encontró que el mayor valor de pH correspondió al pescado paco con 6,25 seguido por el conejo con un valor de 6,03. GONZÁLES (2000), encontró en su investigación en conejos de monte que el músculo *Longissimus dorsi* tiene un pH de 5,96, muy cercano al pH de conejo encontrado en nuestra investigación.

Por otro lado la especie que tuvo menor valor del pH correspondió a la carne de res con un valor de 5,67 seguido de la carne de ovino con 5,73. KIRK, *et al.*, (1996), indica que la medición del pH es importante para conocer la eficacia de las carnes y vigilar el alimento.

De la evaluación de la capacidad de retención de agua (CRA) y pH en la carne descongelada la que tiene mejor comportamiento fue la carne de ovino.

### **5.3 De la capacidad de retención de agua en carne cocida (CRAc) a diferentes temperaturas**

En los resultados de la CRAc a 77 °C (cuadro 5 y figura 7), se realizó el análisis estadístico (A – IX), se encontró que existe diferencia altamente significativa, comparando los promedios mediante la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) se encontró que la mejor CRAc correspondió a la carne de pollo con 6,620% y seguido por la carne de ovino con 8,587%. Según DAVIDEK *et al.*, (1990), la CRA de la carne cocida depende de ciertos cambios que se producen a nivel de las miofibrillas durante el proceso de cocción. Entre los 40 y 60 °C se produce la desnaturalización de la miosina lo que produce un aumento del espacio entre las fibras y el endomisio que las envuelve, produciéndose pérdida de agua; entre los 60 y 65 °C las fibras de colágeno de la carne se acortan entre un tercio a un cuarto de su longitud inicial, lo cual contribuye a las pérdidas por cocción.

Por otro lado la especie que tuvo el menor CRAc a 77° C, correspondió a la carne de res con 29,667% seguido por la carne de conejo con 21,650%. El

músculo en estado de *rigor mortis* pierde su humedad cuando es cocido y resulta particularmente inadecuado para un procesamiento posterior que involucre calentamiento, puesto que la desnaturalización por calor incrementa la pérdida de agua (FAO, 1999).

En la CRAc a 82 °C, se realizó el análisis estadístico (A – X) y se encontró que existe diferencia altamente significativa, comparando los promedios ( $p < 0,05$ ) se encontró que la mejor CRAc correspondió a la carne de ovino con 9,310% y seguido por la carne de pollo con 12,027% según LOPEZ (1987), la carne de corderos lechales de raza Lacha, tienen mayor engrasamiento, en general todas las carnes de las diferentes razas de cordero tienen un buen tenor de grasa, por tanto los valores de CRA en estos es elevado, es por esto que va a existir menor pérdida de agua durante la cocción. La menor CRAc a 82 °C, correspondió a la carne de res con 30,027%, seguido por la carne de conejo con 25,920%. Las proteínas sufren desnaturalización, que es una modificación de su conformación, por diversos factores dentro de los que se encuentra el calor (BELITZ y GROSCH, 1988). Además Thompson (1982), mencionado por QUITRAL, *et al.*, (2001), indican que al aplicar tratamientos térmicos a los alimentos se causa alteración química de residuos de aminoácidos y se produce formación de nuevos enlaces covalentes intra o intermoleculares. Estos cambios pueden alterar las propiedades nutritivas y funcionales de las proteínas.

En la CRAc a 87 °C, se realizó el análisis estadístico (A – XI), se encontró que existe diferencia altamente significativa, comparando los promedios ( $p < 0,05$ ) se encontró que la mejor CRAc correspondió a la carne de

ovino con 18,953% y seguido por la carne de pollo con 21,890%. La capacidad de retención de agua es la habilidad de la carne para retener agua durante la aplicación de una fuerza como un corte, presión, molienda o calor (MEISINGER, 1997)

La menor CRAc a 87 °C, correspondió a la carne de pescado paco con 33,423%, seguido por la carne de res con 32,180%. SANDERSON y VAIL (1963), han demostrado que un incremento de la temperatura produce un aumento de las pérdidas por cocinado; el punto final de temperatura alcanzado afecta a dichas pérdidas. La elevación de la temperatura interna tiene un efecto significativo en el agua libre y ligada. Además Kolakowski y Wianecki (1990), mencionado por QUITRAL *et al.*, (2001), indican que las proteínas de productos marinos son más susceptibles a la desnaturalización por el calor, de igual manera se observa en nuestros resultados que a 82 °C la carne de pescado paco tiene la mayor pérdida de agua.

#### **5.4 Del pH en carne cocida a diferentes temperaturas**

Los resultados del cuadro 6, indican el valor de pH en la carne cocida de diferentes especies animales a temperaturas de 77, 82 y 87°C. A 77 °C, realizado el análisis estadístico (A – XII), comparando los promedios se encontró que existe diferencia altamente significativa, comparando los promedios mediante la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) se encontró que el mayor pH correspondió a la carne de pescado paco con 6,61 y seguido por la carne de pollo con 5,76. A 82 °C, En tanto a 82 °C se realizó el análisis estadístico (A – XIII) comparando los promedios se encontró que el mayor valor de pH

correspondió también a la carne de pescado paco con 6,72 y seguido por la carne de pollo con 5,98. Igualmente a 87 °C, se realizó el análisis estadístico (A – XIV) y comparando los promedios se encontró que el mayor pH correspondió a la carne de pescado paco con 6,72 y seguido por la carne de pollo con 5,98. Por otro lado el la especie que tuvo el menor pH a 77° C, correspondió a la carne de conejo con 5,67 seguido por la carne de res con 5,687. A 82 °C, se encontró que la carne con menor pH correspondió a la carne de conejo con 5,72 seguido por la carne de res con 5,73. También a 87 °C, se encontró que el menor pH correspondió a la carne de conejo con 5,76 y es estadísticamente similar a la carne de res con 5,76. Se puede observar también que en todas las carnes al aumentar la temperatura existe un aumento del pH. Esto puede ser explicado según CONTRERAS (1994), las carnes tratadas por altas temperaturas presentan aumento de pH, lo que se relaciona con las aminos liberadas durante la aplicación de calor, estas aminos están presentes naturalmente en especies animales y otorgan carácter básico a la carne cuando son liberadas.

De la evaluación de la capacidad de retención de agua (CRAc), todas las carnes se comportan de manera similar a temperatura de 77 y 82°C y a mayor temperatura esta propiedad se deteriora, para poder trabajar la elaboración de salchichas se determinó trabajar con ovino y cerdo.

### **5.5 De la estabilidad de la emulsión (EE)**

En los resultados del cuadro 7 se realizó la prueba “T” de student, y se encontró que existe diferencia significativa (“t” calculado = 4,6697). Se

determinó que la mejor estabilidad de la emulsión correspondió a la carne de cerdo con  $8,533 \pm 0,240$  y la menor estabilidad se logró en la carne de ovino con  $10,267 \pm 0,133$ . Los cortes que presentan mayor cantidad de líquido liberado después de la cocción es en la emulsión de carne de ovino, esto podría ser causado por el mayor contenido de colágeno y tejido conectivo que presentan la carne de estos animales; al respecto LADWING, *et al.*, (1989), concuerdan que al elaborar emulsiones con carne cuyo contenido de colágeno y tejido conectivo es alto, afectaría la emulsión produciéndose una mayor liberación del líquido después de la cocción. En las emulsiones cárnicas, la fase dispersa es el aceite o grasa y la fase continua, el agua. El agente emulsionante que da estabilidad a la emulsión, está conformado por proteínas solubles, específicamente miofibrilares (actina y miosina), las cuales disminuyen la tensión interfacial entre ambas fases y actúan como barrera física y puente de unión entre las dos fases. Las proteínas se orientan con la porción hidrofílica hacia la fase acuosa (PRICE y SHWEIGERT, 1976).

Por otro lado MITCHELL y LEDWARDS (1986), indican que el método más común que se utiliza para medir la EE es medir la cantidad de grasa liberada en el jugo de cocción. Al enfriarse el jugo, la fase oleosa se solidifica y se separa de la fase acuosa posibilitando la medición de la grasa liberada, en la presente investigación ocurrió lo citado por los autores.

## **5.6 De la Capacidad de retención de agua del embutido (CRAe)**

En los resultados del cuadro 8 se realizó la prueba "T" de student, y se encontró que existe diferencia altamente significativa ("t" calculado = 11). Se

determinó que la mejor CRAe correspondió a la carne de cerdo con  $25,167\% \pm 0,441$  y la peor a la carne en la de ovino con  $27\% \pm 0,577$ . En cuanto a capacidad de retención de agua (CRAe), los embutidos elaborados con carne de cerdo son los que tuvieron menor pérdida por cocción. Estos resultados concuerdan con los de estabilidad de emulsión (EE), y podría ser explicada por el menor contenido de colágeno que posee este corte. EILERT, *et al.*, (1996), obtuvo valores de CRA expresados como pérdida de peso por cocción en embutidos de cerdos de 24,57%, valor cercano a los datos obtenidos en el estudio.

## **VI. CONCLUSIONES**

En base a los resultados obtenidos se llegaron a las siguientes conclusiones:

- En carne fresca, la carne de pescado paco tiene la mayor capacidad de retención de agua CRA I (25%) CRAII (17,333%) y pH (6,39).
- En carne descongelada, la carne de ovino posee la mayor capacidad de retención de agua CRAAd (0,357%) y pH (5,133).
- En carne cocida, a temperatura de 77°C la carne de pollo tuvo mayor capacidad de retención de agua CRAc (6,62%) y pH (5,76); y la carne de ovino a 82 y 87°C CRAc (9,31y 18,953% respectivamente) y pH (5,75 y 5,78 respectivamente).
- La salchicha que presentó mejor estabilidad de la emulsión (EE) y capacidad de retención de agua (CRAe) fue la elaborada con carne de cerdo EE (8,53 ml/100g de carne) y CRAe (25%).

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios de color y textura en carnes de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco.
- Establecer costos por pérdida de agua en las diferentes carnes y procesos (fresco, congelado y cocido).
- Realizar estudios de vida útil en carne de pescado paco fresco, congelado y procesado.
- Realizar estudios de capacidad de retención de agua y su utilización en salchichas utilizando carnes de especies exóticas.

## **ABSTRACT**

The present work of investigation was developed in the Laboratory of Meat UNAS. The aims were to determine the capacity of water retention in fresh meat (CRA), defrosted (CRAd) and cooked (CRAc) at different temperatures, in meat of beef, pork, chicken, sheep, rabbit and paco fish and to elaborate sausage with the meat that has better capacity of water retention and to evaluate the emulsion stability (EE) and capacity of water retention of the sausage (CRAe). There were realized the analyses of capacity of water retention in fresh meat, defrosted and cooked (77, 82 and 87 °C). The data were expressed by the media  $\pm$  SEM, we used analyses of variance complete design at random (DCA) and the Tukey test ( $p < 0,05$ ). The best capacity of water retention in fresh meat corresponded to paco fish CRA I (25 %) and CRA II (17,333 %), in defrosted meat corresponded to sheep CRAd (0,357 %), in cooked meat at 77 °C temperature corresponded to chicken CRAc (6,62 %), and at 82 °C and 87 °C corresponded to sheep CRAc (9,31 and 18,953 % respectively). We also carried out the analyses of emulsion stability and the capacity of water retention of the sausages of pork and sheep. The data were expressed by the media  $\pm$  SEM, We used the test of t - student ( $p < 0,05$ ). The best emulsion stability (EE)

and the capacity of water retention (CRAe) corresponded to the sausage elaborated with pork EE (8,53 ml/100g of meat) and CRAe (25 %).

## **VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AGAPITO, T. 2003. Tabla de composición química de los alimentos. Editorial Isabel. Lima - Perú. 30 p.**
- BELITZ, H.; GROSCH W. 1988. Química de los Alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza - España. 233 p.**
- CONNELL, J. 1978. "Control de la calidad del pescado". Editorial Acribia. Zaragoza -España. 210 p.**
- CONTRERAS, E. 1994. Bioquímica de pescados e derivados. Editorial Funep. Brasil. 135 p.**
- DAETZ, P. 2000. Efecto del nivel proteico en las características de las emulsiones cárnicas elaboradas con aceites y carragenina. Valdivia – Chile 25 p.**
- DAVIDEK, J.; VELISEK, J.; POKORNY, J. 1990. Chemical changes during food processing. Ed. Elsevier. Checoslovakia. 448 p.**
- EILERT, S.; MANDIGO, R.; SUMMER, S. 1996. Phosphatos and modified beef connective tissue effects on reduced fats, high water – added frankfurters. Journal of food Science. 61 (5): 1006 – 1011.**
- FAO. 1999. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. Documento Técnico de Pesca. Dinamarca. 348 p.**

- FENNEMA, O. 1982. Introducción a la Ciencia de los Alimentos. Editorial Reverte. Barcelona – España. 918 p.
- GONZÁLEZ, P.; CAMACHO, T.; ALCALDE, J. 2000. Calidad de carne y composición corporal: Capacidad de retención de agua y pH de la carne de conejos de monte procedentes de la caza. Sevilla. 15 p.
- GUERRERO, I. y ARTEGA, R. 2001. Tecnología de carnes. Editorial Trillas. México. 95 p.
- HAGEDOORN, A. 1996. Crianza de animales. Editorial Tecnos S.A. Madrid – España. 493 p.
- HULOT, F.; OUHAYOUN, J. 1999. Muscular pH and related traits in rabbits: a review. *World Rabbit Science*, 7:15-36.
- KIRK, S.; SAWYER, R.; EGAN, H. 1996. Composición y análisis de Pearson. 2ª Edición. México: Cesca. 527 p.
- LADWING, K.; KNIPE, C.; SEBRANEK, J. 1989. Effects of collagen and alkaline phosphate on time chopping, emulsion stability and protein solubility of fine – cut meat systems. *Journal of food science*. 54 (3): 541 544.
- LAWRIE 1977. Ciencia de la carne. 2 edición. Editorial Acribia. Zaragoza España 336 – 339 pp.
- LÓPEZ, G.; CARBALLO, B. 1991. Manual de bioquímica y tecnología de la carne. Edit. Igarra, S. A. Madrid. 171 p.
- LÓPEZ, M. 1987. Calidad de la canal y de la carne en los tipos lechal, temasco y cordero de la raza Lacha y estudio de su desarrollo. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. 465 p.

- MEISINGER, D. 1997. National Review to measure pork quality. *Meat Science* 7(3): 12 – 17.
- MITCHELL, J.; LEDWARDS, D. 1986. *Funcional properties of food macromolecules*. Barking, Inglaterra. Ed. Elsevier. 443 p.
- PIETRZAK, M.; GREASER, L.; SOSNICKI, A. 1997. Effect of rapid rigor mortis processes on protein functionality in pectoralis major muscle of domestic turkeys. *J. Anim. Sci.* 75: 2106-2116.
- PRANDL, A. 1994. *Tecnología e higiene de la carne*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. 835 p.
- PRICE, J.; SHWEIGERT, B. 1976. *Ciencia de la carne y los productos cárnicos*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. 668 p.
- QUITRAL, V.; ABUGOCH, L.; VINAGRE, J.; LARRAÍN, M. 2001. Efecto de tratamientos térmicos sobre el contenido de lisina disponible en carne de jaiba mora (*Homalaspis plana*). Santiago de Chile
- RAMOS, A. 2005. Efecto del método de congelamiento sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de la carne de pechuga de pollo. Puerto Rico. 54 p.
- RAMÍREZ, A. 2003. Características cárnicas de jabalí (*Sus scrofa L.*) domesticados, sacrificados a dos pesos de faenamiento: propiedades físico-químicas de la carne. Valdivia – Chile. 68 p.
- RITCHEY, J.; HOSTETLER, R. 1964. Characterization of the eating quality of four beef muscles from animals of different ages by panel scores, shear-force values, extensibility of muscle fibers and collagen content. *Food Technol.* 18:1067.

- RUSSO, V. 1988. La Qualità della Carcassa e della Carne Suina: Esigenze dell'industria e del consumo. Istituto di Allevamenti Zootecnici. Università degli Studi di Bologna. Bologna-Italia. p 11-19; 25-29.**
- SANDERSON, M.; VAIL, E. 1963. Fluid content and tenderness of three muscles of beef cooked to three internal temperatures. J. Food Sci. 28:590.**
- SILVA, R.; OVIEDO, P.; CAVIERES, E. 2005. Estudio de la incidencia del reposo antemortem en cerdos y la influencia en el pH, capacidad de retención de agua y color de músculo. Chile 17 p.**
- SULCA, P. 2008. Crianza de Paco en la Comunidad Nativa Santa Rosa de Huacaria (Cuenca Alto Madre de Dios). Proyecto Participación de las Comunidades Nativas en la Conservación y Gestión sostenible de los bosques tropicales de la Amazonía Peruana. Madre de Dios – Perú. 37 p.**
- SZERMAN, N.; ORMANDO, P.; GONZALEZ, B.; SANCHO, M.; GRIGIONI, G.; CARDUZA, F.; VAUDAGNA, R. 2008. Efecto de la incorporación de aditivos convencionales y concentrados de proteína láctea sobre parámetros tecnológicos y físicos de músculos bovinos cocidos mediante el sistema sous vid. Argentina. 55 p.**
- TELLEZ, J. 1992. Tecnología e industrias cárnicas. Tomo II. Editorial Artes gráficos espino Lima Perú. 525 p.**

**ANEXO**

**A – I: Análisis de varianza de la Capacidad de retención de agua “CRA I” (Volumen) de las diferentes especies animales evaluadas en carne fresca**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Sig.
Modelo	5	21,52777778	4,30555556	12,40	**
Error	12	4,16666667	0,34722222		
Total	17	25.69444444			

R-cuadrado=0,83783 C.V. =2,54050 Raíz MSE=0,58925 Media =23,19444

**A – II: Análisis de varianza de la Capacidad de retención de agua “CRA II” (Pellet) de las diferentes especies animales evaluadas en carne fresca**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Sig.
Modelo	5	46,22446667	9,24489333	562,76	**
Error	12	0,19713333	0,01642778		
Total	17	46,42160000			

R-cuadrado=0,995753 C.V. =4,712165 Raíz MSE=0,128171 Media =2,720000

**A – III: Análisis de varianza de pH de las diferentes especies animales evaluadas en carne fresca**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Sig.
Modelo	5	1,13876111	0,22775222	113,88	**
Error	12	0,02400000	0,00200000		
Total	17	1.16276111			

R-cuadrado=0,979359 C.V. =0,766141 Raíz MSE=0,044721 Media =5,837222

**A - IV: Análisis de varianza de la Capacidad de retención de agua CRA de las diferentes especies animales evaluadas en carne descongelada**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Sig.
Modelo	5	46,22446667	9,24489333	562,76	**
Error	12	0,19713333	0,01642778		
Total	17	46,42160000			

R-cuadrado=0,995753 C.V. =4,712165 Raíz MSE=0,128171 Media =2,720000

**A - V: Análisis de varianza de pH de las diferentes especies animales evaluadas en carne descongelada**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Sig.
Modelo	5	0,77571111	0,15514222	240,74	**
Error	12	0,00773333	0,00064444		
Total	17	0,78344444			

R-cuadrado=0,990129 C.V. =0,432796 Raíz MSE=0,025386 Media =5,865556

**A – VI: Análisis de varianza de la interacción especie vs temperatura de la CRA en las distintas especies animales**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Sig.
MODELO	17	3990,058659	234,709333	680,00	**
TEMPERATURA	2	1288,857970	644,428985	1867,03	**
CARNE	5	2411,812059	482,362412	1397,49	**
TEMP*CARNE	10	289,388630	28,938863	83,84	**
ERROR	36	12,425867	0,345163		
TOTAL	53	4002,484526			

R-cuadrado=0,996895    C.V. =2,903706    Raíz MSE=0,587506    Media =20,23296

**A – VII: Análisis de varianza de la interacción especie vs temperatura del pH en las distintas especies animales**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Sig.
MODELO	17	6,25161667	0,36774216	886,52	**
TEMPERATURA	2	0,09901111	0,04950556	119,34	**
CARNE	5	6,11646111	1,22329222	2949,01	**
TEMP*CARNE	10	0,03614444	0,00361444	8,71	**
ERROR	36	0,01493333	0,00041481		
TOTAL	53	6,26655000			

R-cuadrado=0,997617    C.V. =0,343940    Raíz MSE=0,020367    Media =5,921667

**A – VIII: Análisis de varianza de la Capacidad de retención de agua CRA de las diferentes especies animales evaluadas en carne a 77 °C**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Sig.
Modelo	5	1170,524444	234,104889	524,41	**
Error	12	5,357000	0,446417		
Total	17	1175,881444			

R-cuadrado=0,995444 C.V. =4,403088 Raíz MSE=0,668144 Media =15,17444

**A – IX: Análisis de varianza de la Capacidad de retención de agua CRA de las diferentes especies animales evaluadas en carne a 82 °C**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Sig.
Modelo	5	573,5296444	114,7059289	276,16	**
Error	12	4,9842667	0,4153556		
Total	17	578.5139111			

R-cuadrado=0,991384 C.V. =2,401394 Raíz MSE=0,644481 Media =26,83778

**A – X: Análisis de varianza de la Capacidad de retención de agua CRA de las diferentes especies animales evaluadas en carne a 87 °C**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Sig.
Modelo	5	573,5296444	114,7059289	276,16	**
Error	12	4,9842667	0,4153556		
Total	17	578.5139111			

R-cuadrado=0,991384 C.V. =2,401394 Raíz MSE=0,644481 Media =26,83778

**A – XI: Análisis de varianza del pH de las diferentes especies animales evaluadas en carne a 77 °C**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Sig.
Modelo	5	2,00640000	0,40128000	1094,40	**
Error	12	0,00440000	0,00036667		
Total	17	2.01080000			

R-cuadrado=0,997812 C.V. =0,326396 Raíz MSE=0,019149 Media =5,866667

**A – XII: Análisis de varianza del pH de las diferentes especies animales evaluadas en carne a 82 °C**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Sig.
Modelo	5	2,01982778	0,40396556	982,62	**
Error	12	0,00493333	0,00041111		
Total	17	2.02476111			

R-cuadrado=0,997563 C.V. =0,342081 Raíz MSE=0,020276 Media=5,927222

**A – XIII: Análisis de varianza del pH de las diferentes especies animales evaluadas en carne a 87 °C**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Sig.
Modelo	5	2,12637778	0,42527556	911,30	**
Error	12	0,00560000	0,00046667		
Total	17	2.13197778			

R-cuadrado=0,997373 C.V. =0,361783 Raíz MSE=0,021602 Media=5,971111