



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero
Agroindustrial”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Título del proyecto:

**EVOLUCIÓN DE LA CAÍDA POSTMORTAL DEL pH Y
NORMALIZACIÓN DEL ANÁLISIS DE LA CALIDAD TECNOLÓGICA
DE LA CARNE DE CUY.**

Autores:

Leslie Pamela Cevallos Velastegui

Diego Paúl Núñez Valle

Directora:

Dra. Davinia Sánchez Macías

Riobamba – Ecuador

2015

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título:

“Evolución de la caída postmortal del pH y normalización del análisis de la calidad tecnológica de la carne de cuy”, presentado por: Leslie Pamela Cevallos Velastegui y Diego Paúl Núñez Valle, y dirigida por: Dra. Davinia Sánchez Macías.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Dr. Mario Salazar

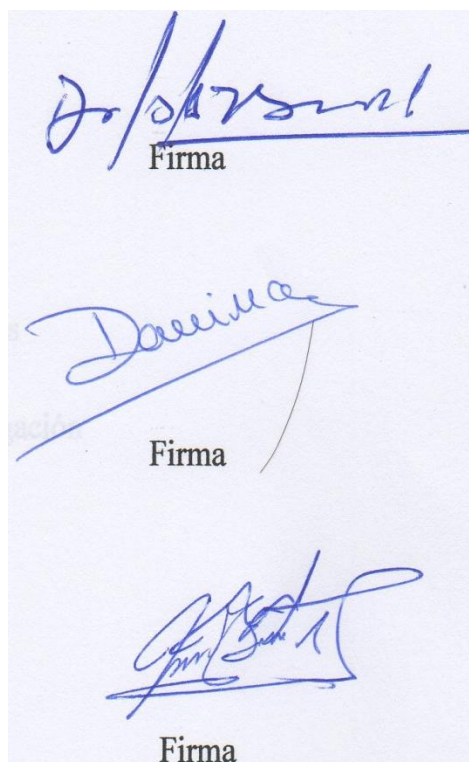
Presidente del Tribunal

Dra. Davinia Sánchez

Directora del Proyecto de Investigación

Ing. Darío Baño

Miembro del Tribunal



Firma

Firma

Firma


AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Leslie Pamela Cevallos Velastegui y Diego Paúl Núñez Valle y de la Directora del Proyecto: Dra. Davinia Sánchez Macías, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Leslie Pamela Cevallos Velastegui

Autor del Proyecto



Diego Paúl Núñez Valle

Autor del Proyecto



Dra. Davinia Sánchez Macías

Directora del Proyecto de Investigación

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a nuestras familias por el apoyo en toda nuestra etapa estudiantil y compartir con nosotros este anhelo.

En especial a la Dra. Davinia Sánchez por ser el pilar fundamental para encaminar esta investigación, guiándonos con sus consejos y conocimientos. Por ser una amiga más que una docente, que supo ayudarnos en cada momento con paciencia y sacrificios.

Al Dr. Antonio Morales por sus recomendaciones en toda la investigación, orientándonos a ser mejores cada día.

Leslie Cevallos V.

Diego Núñez.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

2. INTRODUCCIÓN	1
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
3.1 El Cuy.....	4
3.2 Características de la carne	4
3.2.1. Factores que afectan la calidad de la carne.....	5
3.3. Calidad de la carne	6
3.3.1. Calidad nutritiva.....	6
3.3.2. Calidad sensorial	6
3.3.3. Calidad higiénica.....	7
3.3.4. Calidad tecnológica	8
3.4. Proceso de carnización del músculo	9
3.4.1 pH de la carne	10
3.4.2 Factores que afectan al pH en la carne	11
3.4.3. Métodos de Medida del pH en la carne	12
3.4.4 Establecimiento y resolución del rigor mortis	12
3.5 Capacidad de retención de agua (CRA)	14
3.5.1 Factores que influyen en la CRA de la carne	15
3.5.2 Métodos de medición de la Capacidad de Retención de Agua.....	18
3.6. Pérdidas por cocinado (PPC).....	18
4. METODOLOGÍA.....	21
4.1 Tipo de Estudio	21
4.2 Población y Muestra.....	21
4.3 Operacionalización de Variables	22
4.4 Procedimientos.....	23
4.4.1. Animales y diseño experimental.	23
4.4.2. pH.....	23
4.4.3. Pruebas de calidad tecnológica.	24
4.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	28
5. RESULTADOS	30
5.1. Evolución del pH	30
5.1.1. Efecto de la edad sobre la evolución del pH.....	30
5.1.2. Efecto del sexo sobre la evolución del pH	38

5.1.3. Efecto del sexo en animales agrupados y separados por edad.....	38
5.1.4. Efecto de la edad en animales agrupados y separados por sexo	48
5.1.5. Evolución del pH con una comparación entre músculos	59
5.2. Establecimiento y resolución del <i>rigor mortis</i>	64
5.3. Pérdidas por cocinado	65
5.4. Capacidad de Retención de Agua	77
6. DISCUSIÓN.....	89
6.1 Efecto de la edad sobre el pH	89
6.2 Efecto del sexo sobre el pH	90
6.3 Comparación entre músculos.....	91
6.3.1 Comparación entre músculos de animales de 3 meses.....	91
6.3.2 Comparación entre músculos de animales de 12 meses.....	92
6.4 Pérdidas por Cocinado (PPC)	92
6.4.1 Comparación entre músculos.....	92
6.4.3 Efecto del sexo en animales agrupados por edad.....	94
6.5 Capacidad de Retención de Agua (CRA).....	94
6.5.1. Comparación entre músculos.....	94
6.5.2. Efecto de la edad en animales agrupados por sexo	95
6.5.3 Efecto del sexo en animales agrupados por edad.....	95
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
7.1 CONCLUSIONES	96
7.1.1. <i>Rigor mortis</i> y evolución del pH.....	96
7.1.2. Pérdidas por cocinado y capacidad de retención de agua.....	97
7.2 RECOMENDACIONES	97
8. PROPUESTA	99
8.1 Título de la propuesta.....	99
8.2 Introducción.....	99
8.3 Objetivos.....	100
8.3.1.- General:	100
8.3.2.- Específicos:.....	100
8.4 Fundamentación Científico – Técnica	101
8.4.1. Cuy o cobayo (<i>Cavia porcellus</i>).....	101
8.4.2. Sacrificio.....	102
8.4.3. Escaldado	102
8.4.4. Evisceración.....	102
8.4.5. Definición de la canal.....	103

8.4.6. Definición de despiece	103
8.4.7. Proporción de piezas	103
8.4.8. Composición de tejidos	103
8.4.9. Método comercial Norma Técnica Peruana	104
8.5 Descripción de la propuesta.....	105
8.6 Diseño Organizacional	106
8.7 Monitoreo y Evaluación de la propuesta.....	106
9. BIBLIOGRAFÍA	107
10. ANEXOS.....	115

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas

Número de tabla	Nombre de la tabla	Página
Tabla 1	Operacionalización de Variables	22
Tabla 2	Evolución del pH en el músculo <i>longissimus dorsi</i> comparando entre animales de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses) sin distinguir sexo.	31
Tabla 3	Evolución del pH en el músculo <i>quadriceps femori</i> comparando entre animales de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses) sin distinguir sexo.	33
Tabla 4	Evolución del pH en el músculo <i>triceps brachii</i> comparando entre animales de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses) sin distinguir sexo.	35
Tabla 5	Evolución del pH en el músculo <i>psoas major</i> comparando entre animales de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses) sin distinguir sexo.	37
Tabla 6	Efecto del sexo en la evolución del pH en el músculo <i>longissimus dorsi</i> entre animales de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses) sin distinguir edad.	39
Tabla 7	Efecto del sexo en la evolución del pH en el músculo <i>quadriceps femori</i> entre animales de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses) sin distinguir edad.	44
Tabla 8	Efecto del sexo en la evolución del pH en el músculo <i>triceps brachii</i> entre animales de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses) sin distinguir edad.	45

Tabla 9	Efecto del sexo en la evolución del pH en el músculo <i>psoas major</i> entre animales de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses) sin distinguir edad.	47
Tabla 10	Evolución del pH en el músculo <i>longissimus dorsi</i> entre animales machos y hembras de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses).	49
Tabla 11	Evolución del pH en el músculo <i>quadriceps femori</i> entre animales machos y hembras de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses).	51
Tabla 12	Evolución del pH en el músculo <i>triceps brachii</i> entre animales machos y hembras de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses).	54
Tabla 13	Evolución del pH en el músculo <i>psoas major</i> entre animales machos y hembras de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses).	58
Tabla 14	Comparación de los músculos <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>triceps brachii</i> (TB) y <i>psoas major</i> (PM) en animales de 3 meses de edad.	61
Tabla 15	Comparación de los músculos <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>triceps brachii</i> (TB) y <i>psoas major</i> (PM) en animales de 12 meses de edad.	63
Tabla 16	Tiempos medios de instauración y resolución del <i>rigor mortis</i> en los animales machos de 3 meses, machos de 12 meses, hembras de 3 meses y hembras de 12 meses.	65
Tabla 17	Pérdidas por cocinado de 10 músculos del cuy y efecto de la edad sin diferenciar el sexo.	67

Tabla 18	Pérdidas por cocinado de 10 músculos del cuy y efecto de la edad (3 y 12 meses) en animales agrupados por sexo (M: machos, H: hembras).	67
Tabla 19	Pérdidas por cocinado de 10 músculos del cuy y efecto del sexo (M: machos, H: hembras) en animales agrupados por edad (3 y 12 meses).	68
Tabla 20	Capacidad de Retención de Agua de 10 músculos del cuy y efecto de la edad sin diferenciar el sexo.	79
Tabla 21	Capacidad de Retención de Agua de 10 músculos del cuy y efecto de la edad (3 y 12 meses) en animales agrupados por sexo (M: machos, H: hembras).	79
Tabla 22	Capacidad de Retención de Agua de 10 músculos del cuy y efecto del sexo (M: machos, H: hembras) en animales agrupados por edad (3 y 12 meses).	80

Figuras

Número de la Figura	Nombre de la Figura	Página
Figura 1	Cortes realizados en la canal en el músculo <i>longissimus dorsi</i> para medición de pH	24
Figura 2	Medición de pH en el músculo <i>longissimus dorsi</i>	24
Figura 3	Diez músculos previos a la prueba de Capacidad de Retención de Agua.	25

Figura 4	Pesada de 0.30 g del músculo.	25
Figura 5	Distribución de los músculos colocados entre papel filtro.	26
Figura 6	Peso de 1 kg por 10 minutos.	26
Figura 7	Pesado final de la proporción del músculo para cálculos.	26
Figura 8	Pesado del músculo previo a la prueba.	27
Figura 9	Sellado al vacío de los músculos.	27
Figura 10	Los músculos son introducidos al Baño María a 70°C por 30 minutos.	28
Figura 11	Pesado final del músculo.	28
Figura 12	Efecto de la edad sobre el pH en el músculo <i>longissimus dorsi</i> (LD) de los cuyes de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.	32
Figura 13	Efecto de la edad sobre el pH en el músculo <i>quadriceps femori</i> (QF) de los cuyes de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.	34
Figura 14	Efecto de la edad sobre el pH en el músculo <i>triceps brachii</i> (TB) de los cuyes de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.	36
Figura 15	Efecto de la edad sobre el pH en el músculo <i>psoas major</i>	38

	(PM) de los cuyes de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.	
Figura 16	Efecto del sexo sobre el pH en el músculo <i>longissimus dorsi</i> de los cuyes de 3 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	40
Figura 17	Efecto del sexo sobre el pH en el músculo <i>longissimus dorsi</i> de los cuyes de 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	41
Figura 18	Efecto del sexo sobre el pH en el músculo <i>quadriceps femori</i> de los cuyes de 3 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	42
Figura 19	Efecto del sexo sobre el pH en el músculo <i>quadriceps femori</i> de los cuyes de 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	43
Figura 20	Efecto del sexo sobre el pH en el músculo <i>triceps brachii</i> de los cuyes de 3 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	46
Figura 21	Efecto del sexo sobre el pH en el músculo <i>triceps brachii</i> de los cuyes de 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	46
Figura 22	Efecto del sexo sobre el pH en el músculo <i>psoas major</i> de los cuyes de 3 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	48

Figura 23	Efecto del sexo sobre el pH en el músculo <i>psoas major</i> de los cuyes de 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	48
Figura 24	Evolución del pH en el músculo <i>longissimus dorsi</i> (LD) de los cuyes machos de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	50
Figura 25	Evolución del pH en el músculo <i>longissimus dorsi</i> (LD) de los cuyes hembras de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	50
Figura 26	Evolución del pH en el músculo <i>quadriceps femori</i> (QF) de los cuyes machos de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	52
Figura 27	Evolución del pH en el músculo <i>quadriceps femori</i> (QF) de los cuyes hembras de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	52
Figura 28	Evolución del pH en el músculo <i>triceps brachii</i> (TB) de los cuyes machos de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	55
Figura 29	Evolución del pH en el músculo <i>triceps brachii</i> (TB) de los cuyes hembras de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	56
Figura 30	Evolución del pH en el músculo <i>psoas major</i> (PM) de los cuyes machos de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio	57

	hasta las 24 horas postmortem.	
Figura 31	Evolución del pH en el músculo <i>psaos major</i> (PM) de los cuyes hembras de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.	59
Figura 32	Comparación entre los músculos <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>triceps brachii</i> (TB), <i>psaos major</i> (PM) de animales de 3 meses.	62
Figura 33	Comparación entre los músculos <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>triceps brachii</i> (TB), <i>psaos major</i> (PM) de animales de 12 meses.	64
Figura 34	Pérdidas por cocinado (PPC) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psaos major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes de 3 meses.	69
Figura 35	Pérdidas por cocinado (PPC) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psaos major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes de 12 meses.	69
Figura 36	Pérdidas por cocinado (PPC) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psaos major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes machos de 3 meses.	70

Figura 37	Pérdidas por cocinado (PPC) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psoas major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes machos de 12 meses.	71
Figura 38	Pérdidas por cocinado (PPC) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psoas major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes hembras de 3 meses.	72
Figura 39	Pérdidas por cocinado (PPC) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psoas major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes hembras de 12 meses.	73
Figura 40	Pérdidas por cocinado (PPC) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psoas major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes machos de 3 y 12 meses.	74
Figura 41	Pérdidas por cocinado (PPC) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psoas major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes hembras de 3 y 12 meses.	75

Figura 42	Pérdidas por cocinado (PPC) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psoas major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes machos y hembras de 3 meses.	76
Figura 43	Pérdidas por cocinado (PPC) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psoas major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes machos y hembras de 12 meses.	77
Figura 44	Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psoas major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes de 3 meses.	81
Figura 45	Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psoas major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes de 12 meses.	81
Figura 46	Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus</i>	82

	<i>dorsi</i> (LD), <i>psaos major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes machos de 3 meses.	
Figura 47	Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psaos major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes machos de 12 meses.	83
Figura 48	Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psaos major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes hembras de 3 meses.	83
Figura 49	Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psaos major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes hembras de 12 meses.	84
Figura 50	Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psaos major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes machos de 3 y 12 meses.	85

Figura 51	Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psoas major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes hembras de 3 y 12 meses.	86
Figura 52	Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psoas major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes machos y hembras de 3 meses.	87
Figura 53	Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos <i>biceps femori</i> (BF), <i>quadriceps femori</i> (QF), <i>gastrocnemio</i> (GAS), <i>gluteus maximus</i> (GLU), <i>gracilis</i> (GRA), <i>longissimus dorsi</i> (LD), <i>psoas major</i> (PM), <i>semimembranosus</i> (SM), <i>semitendinosus</i> (ST) y <i>triceps brachii</i> (TB) de cuyes machos y hembras de 12 meses.	88

1. RESUMEN

En la región andina el cuy es un animal ampliamente criado y consumido, tomado como parte del sistema de alimentación. Todas las características que se le ha atribuido a esta carne han sido de manera empírica y con datos que no están establecidos científicamente. Además muy recientemente ha aparecido los métodos estandarizados para el estudio de la calidad de la canal, mas no para la calidad tecnológica de la carne, y sin tomar en cuenta datos importantes como el sexo y la edad de los animales faenados. Para esta investigación se han utilizado 48 cuyes de raza peruana mejorada provenientes de una misma granja, 24 machos (12 animales de 3 meses y 12 animales de 12 meses de edad) y 24 hembras (12 animales de 3 meses y 12 animales de 12 meses de edad). Una vez sacrificados y faenados se procedió a medir el pH a los 15, 30, 45, 60 minutos y cada hora hasta las 24 horas *postmortem*. Al mismo tiempo se establece el tiempo en el que se instaura el *rigor mortis*, así como la resolución del mismo. Una vez resuelto el rigor mortis se procedió a la disección de la hemicanal izquierda, obteniendo diferentes músculos sobre los que se analizaron la capacidad de retención de agua y las pérdidas por cocinado. Esta tesis establece la evolución de la caída postmortal del pH, así como la capacidad de retención de agua por presión y pérdidas por cocinado en distintos músculos del cuy, analizando así mismo el efecto de las variables sexo y edad de sacrificio. Se establece al mismo tiempo las técnicas de capacidad de retención de agua y pérdidas por cocinado, puesto que por la naturaleza de los músculos del cuy, ha sido necesario modificar las mismas para adecuarlas a este animal.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE IDIOMAS

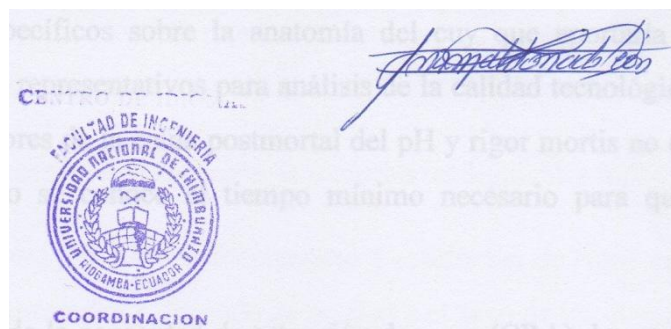


Lic. Geovanny Armas

25 de Febrero del 2015

SUMMARY

In the Andean region, guinea pigs are widely produced and eaten; they are part of the food system. All features to this meat have been empirically attributed, with data that are not scientifically established. Standardized methods for studying the quality of the guinea pig carcass have appeared recently, but not for the technological quality of its meat, important data such as sex and age of slaughtered animals have not been taken into account. For this research, 48 guinea pigs of improved Peruvian breed were used; all of them came from the same farm: 24 males (12 three-month-old animals and 12 twelve-month-old animals) and 24 females (12 three-month-old animals and 12 twelve-month-old animals). Once the animals were slaughtered, we proceeded to measure the pH at 15, 30, 45, 60 minutes and every hour until 24 hours *postmortem*. The time in which rigor mortis appears and its resolution was also established. Once the *rigor mortis* was resolved, we proceeded to the dissection of left half carcass, obtaining several muscles in which the water holding and cooking losses were analyzed. This thesis establishes the evolution of postmortem pH fall, as well as the water holding capacity by pressure and cooking losses in different muscles of the guinea pig. There was also an analysis of sex and age at the moment of slaughtering. At the same time the techniques for water holding capacity and cooking loss were established. Because of the guinea pig muscle nature, it has been necessary to modify them in order to adapt them for this animal.



2. INTRODUCCIÓN

En la región andina el cuy es tomado como parte del sistema de alimentación. Sin embargo, las propiedades atribuidas a la carne de este animal han sido establecidas de una manera empírica y con datos con poca fundamentación.

La cría de cuyes a nivel familiar da seguridad y sostenibilidad a las actividades de los pequeños productores, es el sistema más utilizado y se distingue por desarrollarse en el núcleo de la familia. El cuidado de los animales generalmente corre a cargo de los hijos y del ama de casa. Esta cría se caracteriza por el escaso manejo de los animales, que se reúnen en un solo grupo sin diferenciación de clase, sexo o edad. Es por ello por lo que nos hemos acostumbrado a aceptar esta carne sin saber su procedencia, manejo, cuidado y faenamiento.

Para el consumo de esta carne prácticamente no se realiza ningún tipo de control en su crianza para mejorar posteriormente el faenamiento, la calidad del producto y consumo, ya que no se han establecido tiempos de oreo y de carnización para mejorar la calidad de la canal y carne de cuy.

Además no existen métodos estandarizados para el estudio de la calidad tecnológica de la carne y sin tomar en cuenta datos importantes como el sexo y la edad de los animales faenados. Al no tener medidas ni estudios realizados en esta carne no se conoce el tiempo que tarda el músculo en transformarse en carne, ni tampoco los músculos adecuados para tomar las medidas de calidad tecnológica de la carne de cuy.

No existen estudios específicos sobre la anatomía del cuy que aportaría a la descripción de músculos representativos para análisis de la calidad tecnológica de la carne de cuy. Los valores de la caída postmortal del pH y rigor mortis no están definidos por lo que no se conoce el tiempo mínimo necesario para que se produzca la carnización.

Existe desconocimiento de la capacidad de retención de agua (CRA) de este tipo de carne además de las pérdidas por cocinado (PPC). Hasta la fecha, no se ha

encontrado en la literatura ninguna prueba que nos indique datos y tiempos específicos acerca de estas pruebas sobre las características tecnológicas de la carne.

La investigación se basará en la obtención de datos sobre la carne de cuy, específicamente en la caída postmortal del pH. Además establecer los tiempos de la instauración y resolución del *rigor mortis*, mediante la observación del establecimiento de la rigidez cadavérica y su posterior conclusión. También se identificará los músculos representativos de la canal, los cuales puedan ser usados en posteriores análisis de esta carne para conocer la capacidad de retención de agua y pérdidas por cocinado.

Con la obtención de los datos planteados en la investigación se da la pauta para futuros estudios de la carne de cuy como la composición química básica y propiedades organolépticas que determinarán la calidad de la canal y la carne.

Existirán datos reales y específicos que aportarán a la construcción de nuevos conocimientos que servirán de base para cualquier tipo de investigación en estos animales.

Por la naturaleza de este trabajo, se definen dos problemas principales a resolver, lo que resulta en dos objetivos generales diferenciados.

Generales:

1. Establecer el tiempo de oreo en función de la caída postmortal del pH, establecimiento del *rigor mortis* y su resolución en la canal del cuy.
2. Determinar los músculos idóneos representativos para realizar análisis de calidad tecnológica de la carne de cuy.

Para el desarrollo de la presente investigación se plantean las siguientes hipótesis:

H1. La caída postmortal del pH y el establecimiento y resolución de *rigor mortis* varían entre los distintos músculos y depende de la edad y el sexo de los cuyes.

H0. La caída postmortal del pH y el establecimiento y resolución de *rigor mortis* no varían entre los distintos músculos y depende de la edad y el sexo de los cuyes.

H2. Existe un músculo de todos los analizados que es representativo de toda la canal en cuanto a parámetros tecnológicos, a cualquier edad o sexo.

H0.No existe un músculo de todos los analizados que es representativo de toda la canal en cuanto a parámetros tecnológicos, a cualquier edad o sexo.

La investigación seguirá un formato establecido, realizándose como primer punto la fundamentación teórica, investigando en estudios de otros autores. Posteriormente se dará a conocer los resultados obtenidos con tablas y figuras en cada uno de los casos estudiados. Con estos resultados se realizará una discusión comparando con estudios realizados en otros animales por distintos autores y finalmente se llegará a conclusiones que beneficiarán a futuros investigadores.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 El Cuy

Los cuyes o cuys (*Cavia porcellus*), como son conocidos localmente, son pequeños roedores criados en las cocinas campesinas, se reproducen con relativa rapidez y tienen grandes camadas (Rosenfeld, 2008). Estos animales pueden haber sido incorporados en la dieta andina porque representan una fuente adicional de grasa, especialmente cuando era corto el suministro de carbohidratos (Rosenfeld, 2008).

Por lo menos en los últimos 500 años, los cuyes han sido usados en los Andes de Suramérica (principalmente en Perú, Bolivia y Ecuador) como una comida especial en la dieta indígena, así como un instrumento para el diagnóstico de enfermedades y como un componente clave de ofrendas religiosas (Polo de Ondegardo, 1906 (1559); Gade, 1967; Weismantel, 1988; Guamán Poma de Ayala, 1992 (1615); Morales, 1994, 1995; Archetti, 1997; Fernández Juárez, 1997).

La composición química de la carne de cuy, como una proporción basada en peso de la carne comestible, es 70.6% de agua, 20.3% proteína, 7.8% grasa y 0.8% minerales (Bolton, 1979).

3.2 Características de la carne

El músculo magro contiene aproximadamente 75% de agua, los otros principales componentes incluyen proteínas (aproximadamente 20%), lípidos o grasa (aproximadamente 5%), carbohidratos (aproximadamente 1%), vitaminas y minerales (aproximadamente 1%) (Offer y Cousins, 1992).

La calidad de la carne depende de propiedades organolépticas, como son el color, textura, sabor y jugosidad, cuyas características zootécnicas están relacionadas con raza, edad y sexo (Huff y Parrish, 1993; Ovali, 1990), características anatómicas como son el tipo de músculo (Zamora, 1997), características de

manejo y alimentación (Aalthus et al. 1992) o características tecnológicas como es la estimulación eléctrica (Aalthus et al, 1992).

Además se desarrolla durante el proceso post mortem por una variedad de procesos bioquímicos. La calidad final de la carne es un resultante del curso de la temperatura y pH en el período post mortem. Importantes características de calidad son influenciadas por la temperatura y pH como son la terneza, capacidad de retención de agua y color (Bouton et al., 1971; Guignat et al., 1994; Honikel, 1998; Huff-Lonergan y Lonergan, 2005; Maltin et al., 2003; Silva et al., 1999; Yu y Lee, 1986).

3.2.1. Factores que afectan la calidad de la carne

Los factores fundamentales que afectan a la calidad de la carne y son responsables del 90% de los problemas de calidad suelen dividirse en tres grandes grupos:

a. Factores intrínsecos del animal

- Raza
- Sexo (castrado, macho o hembra)
- Alimentación (sobre todo en animales monogástricos)

b. Condiciones pre mortem

- Velocidad de descenso del pH
- Velocidad de enfriamiento
- Higiene durante la manipulación

c. Condiciones post mortem

- Velocidad del descenso del pH
- Velocidad del enfriamiento

- Higiene durante la manipulación

(López de la Torre et al, 2001).

3.3. Calidad de la carne

La calidad se expresa como las características inherentes al producto, ya sean intrínsecas o extrínsecas, y no dependen fundamentalmente de la apetencia o gusto de los consumidores. La calidad se puede medir de numerosas formas, pero generalmente se agrupa en indicadores según se refiera a calidad nutritiva, sensorial, higiénica-sanitaria o tecnológica.

3.3.1. Calidad nutritiva

La calidad nutricional o nutritiva hace alusión a las características aptitud de los alimentos para satisfacer las necesidades del organismo en términos de energía y nutrientes. Esto es: composición química básica, perfil de ácidos grasos, cantidad y calidad de minerales y vitaminas, etc. La calidad nutricional y sensorial de la carne está fuertemente influenciada por el ambiente en el método de producción primaria, alimentación y condiciones antes del sacrificio, por factores genéticos como el peso y la edad (Miller, 2000; Cavani y Petracci, 2004; Ramírez et al., 2004) y por factores tecnológicos como el manejo pre sacrificio y condiciones de aturdimiento (Zotte, 2002).

3.3.2. Calidad sensorial

Las características organolépticas son el conjunto de propiedades perceptibles por nuestros sentidos que demandan y cuantifican los consumidores directamente. Las características organolépticas más importantes en la carne son el color, la blandura o terneza, la jugosidad, el aroma y sabor, la textura y el aspecto (López de la Torre et al., 2001).

El color depende de la cantidad de pigmento mioglobina del músculo. Así, por ejemplo, el músculo semitendinoso es bicolor, otros son blancos y otros rojos. No sólo depende de su concentración, sino también del estado de óxido reducción y por último también está influido por la capacidad de retención de agua. Porque

cuando tiene agua ligada absorbe más radiaciones y refleja pocas, dando una impresión de carnes mucho más oscuras, mientras que cuando el agua está libre se refleja mayor proporción de la radiación, dando apariencia mucho más clara (López de la Torre et al., 2001).

Otro aspecto es el color de la grasa, que puede indicar la edad y el tipo de alimentación del animal. Generalmente la grasa de las vacas y animales viejos es mucho más oscura que la de los animales jóvenes que han sido engordados expresamente para carne.

El aroma y sabor vienen determinados por una amplia gama de compuestos químicos presentes en concentraciones muy pequeñas, que no afectan al valor nutritivo, pero sí a la aceptabilidad (López de la Torre et al., 2001).

3.3.3. Calidad higiénica

Una carne sana también ha de considerarse desde el punto de vista parasitológico, microbiológico y toxicológico. Los dos primeros aspectos han sido fuente de preocupación de veterinarios y bromatólogos en el pasado y en el aspecto toxicológico lo está siendo en el presente, como consecuencia de los aditivos añadidos y de los fármacos utilizados en los tratamientos de enfermedades. Este aspecto toxicológico, en este momento, es base de una profunda legislación en todos los países avanzados que tienen como objetivo la llamada “cuota residuo cero” de todos los productos.

Es un reto que condicionará la evolución del sector en el campo de los fármacos, estimulantes de crecimiento y mejoradores de las producciones. Se trata de un aspecto prioritario para asegurar el consumo.

Desde el punto de vista microbiológico la carga microbiana inicial de la carne que se destina a consumo en fresco o a productos cárnicos elaborados depende de una serie de factores, como son:

- El animal *per se* (especie, proporción de grasa, etc. La presencia de grasas y proteínas ejerce un efecto protector sobre los microorganismos).

- El estado del animal (ayuno, reposo, etc.).
- Hábitat del animal (si el animal estaba estabulado habrá gran cantidad de bacterias entéricas).
- Las especias que se añadan.
- Las sales de curado.
- La adición de conservantes.
- El tipo de troceado (cuanto mayor sea la relación superficie/volumen, más se facilita el desarrollo de microorganismos).
- El escaldado (destruye la flora banal de la carne, resultando adecuado siempre y cuando no haya una contaminación posterior).

La carne, como tal, inicialmente es estéril (si el animal está sano). Los microorganismos están en ganglios linfáticos y en gran concentración en el intestino y sobre la piel (López de la Torre et al., 2001).

3.3.4. Calidad tecnológica

La habilidad de la carne fresca de retener humedad podría decirse que es una de las características más importantes en la calidad de productos crudos. Esto ha sido estimado como 50% o más de la carne de cerdo producida tiene inaceptables pérdidas por goteo y alta purga (Kauffman et al., 1992; Stetzer y McKeith, 2003). La mayor parte del agua en el músculo es retenida dentro de la estructura del músculo y células musculares (Offer y Cousins, 1992).

Las características tecnológicas miden la capacidad de la carne para adaptarse a la serie de manipulaciones que tienen lugar durante los procesos de transformación y elaboración de productos de la misma. Tienen, por tanto, una gran importancia para el sector industrial. Entre éstas características destacan la capacidad de retención de agua, pH, color, índice de yodo y punto de fusión de las grasas.

3.3.4.1 Métodos de medida de la calidad tecnológica de la carne

- a. Medida subjetiva: considerando el aspecto seco o húmedo de la carne.
- b. El tiempo de imbibición: mide el tiempo que tarda un material hidrófilo de características determinadas en impregnarse totalmente en agua. Método útil a nivel de laboratorios.
- c. El método de Graw-Hamm toma una cantidad de carne determinada y determina la cantidad de agua que suelta al aplicársele una fuerza determinada durante un tiempo determinado. También es útil a nivel de laboratorio.

La CRA está muy estrechamente relacionada con el pH de la carne. Cada músculo tiene distinta CRA, por lo que no es una medida significativa, aunque si indicativa.

El pH se mide empleando un potenciómetro con electrodo, *in situ*, usualmente en los músculos *semimembranosus* y *longissimus dorsi*. Al igual que la CRA, el pH depende de cada músculo.

En el sector porcino, el índice de yodo y el punto de fusión de las grasa representan la segunda característica tecnológica más importante de la carne (después de la CRA) y reflejan la composición de los lípidos de la misma. Debe fijarse en 65% el índice de yodo máximo, por encima del cual la grasa tiene poca consistencia y ofrece un aspecto mojado, apareciendo dificultades en la manipulación y sobre todo problemas de conservación de los productos obtenidos de la misma, todo ellos dependiente de la composición química de las grasas y de su grado de poliinsaturación (López de la Torre et al., 2001).

3.4. Proceso de carnización del músculo

En un proceso de homeostasis del músculo, es decir, de mantener el equilibrio de la supervivencia de las células, cuando ocurre la sangría y ya no existe aporte de oxígeno al músculo, se desarrolla una serie de mecanismos bioquímicos para evitar la contracción muscular. Estos cambios bioquímico, y posteriormente

físicos, provocan lo que se denomina carnización, que es el paso del músculo a carne.

Lo que ocurre en el músculo es que para producir ATP y mantener la relajación, el glucógeno se degrada por medio de la ruta anaeróbica, que como producto final produce ácido láctico. La acumulación de este compuesto a lo largo del tiempo provoca una acidificación del músculo.

3.4.1 pH de la carne

La acidificación de los músculos post mortem es uno de los cambios fundamentales en su proceso de conversión a carne. Tal y como hemos visto, la variación en el grado y la extensión de su acidificación influyen en especial sobre el color de la carne y la capacidad de retención de agua. La medida del pH, por tanto, da una valiosa información sobre la calidad potencial de la carne (Warris, 2003).

El pH del tejido muscular del animal vivo es prácticamente neutro (7-7,2) (Hamm, 1977). Después del sacrificio el pH desciende rápidamente en las primeras 6 horas (Sornay, 1978), después algo más lentamente hasta alcanzar el pH final a las 24 horas post sacrificio en los grandes animales (Bate-Smith, 1948). Esto ocurre principalmente en grandes animales como vacuno, cerdo, caprinos y ovinos. Sin embargo, en las aves y otros animales menores, el pH final es alcanzado tras unas cuatro o seis horas. El color, la jugosidad, la textura e incluso el aroma están directa o indirectamente relacionados con el pH muscular obtenido tras la maduración de la canal (Awrig, 1985).

Caídas del pH rápidas producen carnes con menos capacidad de retención de agua y más suaves; un pH inferior a 6 en los primeros 45 minutos post mortem conduce a carnes pálidas y exudativas en cerdos y vacunos. Una alta tasa de disminución de pH y un pH final bajo resulta en la desnaturalización de la proteína en el músculo y la disminución de los parámetros de calidad (Hammelmann et al 2003; Henckel, Karlsson, Oksbjerg & Peterson, 2000).

Numerosos experimentos han mostrado que el cambio y la extensión de la disminución del pH post mortem son de gran importancia en la calidad final de la carne. De acuerdo a Bendall (1973) y Warriss, Bevis y Ekins (1989), las características de la disminución del pH están determinadas por condiciones fisiológicas de los músculos en el momento del aturdimiento y pueden ser relacionados con la producción de lactato (o ácido láctico), o ser más específicos la capacidad del músculo para producir energía en forma de ATP.

La velocidad de descenso del pH determina la CRA y las demás características que dependen de ésta. El pH se suele medir a los 45 minutos (pH 45) y a las 24 horas (pH 24) post sacrificio.

3.4.2 Factores que afectan al pH en la carne

a. Tipo de Músculo

Se relaciona con la frecuencia en que los músculos son utilizados. A menor actividad, caídas más rápidas del pH.

b. Sexo

En el ganado ovino la influencia del sexo sobre el pH es casi nula, aunque en general los machos tienen pH más alto que las hembras (Forcada, 1985; Sañudo et al., 1986).

Por otro lado, Dransfield et al. (1990) no encontraron diferencias significativas entre machos, machos castrados y hembras de esta especie.

c. Edad

Sañudo y Sierra, (1982) y Jaime, (1988) han encontrado pH superiores en animales jóvenes en la especie ovina. Se puede decir que la velocidad de caída de pH aumenta con la edad existiendo una cierta tendencia a tener pH más bajos a mayores edades (Sañudo y Sierra, 1982 y López, 1988).

3.4.3. Métodos de Medida del pH en la carne

a. Muestra homogenizada y su medición

Prost (1955) y Van Gils y Van Logtestijn (1967) consideran las determinaciones electrométricas mejor que los métodos colorímetros o por indicadores. Prost señala que valores de pH medidos a partir de extractos de carne son más altos que valores medidos directamente con el tejido muscular.

b. Muestra directa usando un electrodo

Se valora dependiendo de la especie, en determinados momentos: al sacrificio, 45 minutos, 24 horas, 7 días, mediante pHmetro portátil, preferentemente sobre el m. *longissimus dorsi*, aunque también se utilizan otros músculos (el *semitendinosus* y el *triceps brachii* en ovinos).

En la elección de un músculo hay que tener en cuenta:

- Identificación y aislamiento fáciles
- Estructura interna ideal, sin fascias, vasos ni tendones y con las fibras musculares en una sola dirección.
- Volumen suficiente para realizar todos los ensayos.
- Localización en un trozo que sea representativo de la composición tisular de la canal.
- Características cualitativas representativas de la calidad de la canal

3.4.4 Establecimiento y resolución del rigor mortis

Durante la conversión de músculo en carne la clave bioquímica del proceso está dirigida al logro del rigor mortis (Honikel, 2004). Un proceso bioquímico clave es la hidrólisis del ATP en las células musculares, lo cual es necesario para mantener sarcómeros relajados y sin contracciones. Con el progreso de la glicólisis *post mortem*, los niveles de glucógeno caen (Immonen y Poulanne, 2000).

Cada fibra muscular entra en rigor mortis muy rápidamente una vez que el ATP se ha agotado, pero la variación entre las fibras individuales conduce a un desarrollo más gradual de la rigidez en el músculo entero, cuando progresivamente más y más fibras van siendo extensibles (Warris, 2003).

El tiempo de comienzo del rigor estará obviamente ligado a los factores que afectan tanto el nivel de glucógeno y de creatín fosfato en el momento de la muerte como a la velocidad del metabolismo muscular post mortem. El rigor ocurre de una manera más rápida en animales que han desarrollado ejercicio en el momento de la muerte. Es interesante subrayar que el comienzo del rigor está determinado solamente por la disponibilidad de ATP, no por el valor de pH del músculo (Warris, 2003).

El rigor tarda distintos tiempos en instaurarse en las distintas especies, variando desde aproximadamente 4 horas en el pollo a más de 24 horas en músculos de vacuno que hayan sido previamente separados de la canal (Etherington et al., 1987).

Después de un período de tiempo más o menos variable hay una progresiva resolución del rigor cuando los músculos se ablandan (Warris, 2003). Esto se debe principalmente a la degradación enzimática de las miofibrillas del músculo, más no por la separación de la unión entre la actina y la miosina, también llamada actomiosina.

Las interacciones entre el pH y la temperatura durante el inicio del rigor mortis influye en la terneza de la carne, la capacidad de retención de agua y el color a través de estos efectos, en la proteólisis, desnaturalización de la proteína y la contracción miofibrilar (Bendall y Swatland, 1988; Bertram et al., 2004; Offer, 1991; Rosenvold y Andersen, 2003; van Laack et al., 2001; Warner et al., 1997).

Para que el músculo se convierta en carne ocurren muchos cambios, incluyendo (Huff Lonergan et al., 2010):

- 1) Un agotamiento gradual de la energía disponible
- 2) Un cambio de metabolismo de aerobio a anaerobio, favoreciendo la producción de ácido láctico, resultando en la caída del pH del tejido, desde cerca de la neutralidad a 5.4 – 5.8.
- 3) Un aumento de la fuerza iónica, en parte por la falta de ATP dependiente del calcio, sodio y potasio para funcionar.
- 4) Una creciente incapacidad de la célula para mantener condiciones reductoras.

3.5 Capacidad de retención de agua (CRA)

Una definición de CRA es la capacidad de la carne para mantener su propia o el agua añadida durante la aplicación de una fuerza (Hamm, 1986). La CRA es un parámetro tecnológico importante por su contribución a la calidad de la carne y la de sus productos derivados (Wierbicki et al. 1957; Wierbicki y Deatherage, 1958; y Hamm, 1960).

La distribución y movilidad del agua en el músculo y la carne tiene una profunda influencia en la calidad esencial de la carne y sus atributos como jugosidad, terneza, firmeza y apariencia (Trout, 1988).

La mayor parte de los músculos post rigor contienen sobre un 70% agua, dependiendo primeramente del contenido lipídico y de la madurez fisiológica del músculo (Kauffman et al., 1964).

El agua es el componente más importante, natural como añadido de casi todos los alimentos. La ciencia de la carne siempre ha sido el más interesado en las aplicaciones prácticas y efectos macroscópicos de factores internos y externos en la relación de capacidad de retención de agua.

El sistema de la proteína miofibrilar se ha desarrollado para realizar movimientos repetitivos muy rápidos y altamente específicos. El agua en la fibra del músculo es un lubricante, también es un medio de transporte de metabolitos en la fibra (Lampinen y Noponen, 2005).

El agua del músculo se encuentra en proporción de un 70% en las proteínas miofibrilares, 20% en las sarcoplasmáticas y 10% en el tejido conectivo. Para Hamm, 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.).

En la década de los 70, se lanzó una teoría (la más aceptada) que supone que el agua está unida al músculo de tres formas diferentes:

- 1.- Agua de constitución: 5% del total. Forma parte de la misma carne y no hay forma de extraerla.
- 2.- Agua de interfase: está unida a la interfase proteína-agua. Esta agua de interfase se subdivide en agua vecinal, más cercana a la proteína, formando dos, tres o cuatro capas y agua multicapa, que está más alejada de las proteínas.
- 3.- Agua normal: que se subdivide en dos modalidades: agua ocluida, que está retenida en el músculo envuelta en las proteínas gel, y agua libre que es la que se libera cuando se somete a tratamiento térmico externo (López de la Torre et al., 2001).

3.5.1 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 de la carne 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 diversos condicionantes que influyen en estos factores, que se describen a continuación:

a) pH

A pH 5, punto isoelectrico 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 aumentamos la carga y la atracción dipolo–dipolo y por otro lado, hay repulsión entre las moléculas de proteínas cargadas de igual signo, aumentando el tamaño de la zona H. Igualmente se comporta al disminuir de pH. Luego la mínima CRA coincide con el pH 5, aumentando a medida que se aleja del mismo.

b) 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 anaerobia), que baja el pH acercándose al punto isoelectrico 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 (López de la Torre et al., 2001).

Según investigaciones de diferentes autores se encontró otra clasificación sobre los factores de variación en la CRA.

A. Factores Intrínsecos

a) Tipo de Músculo

Existen diferencias entre músculos de un mismo animal (Laborde et al., 1985) o incluso se han señalado variaciones dentro del mismo músculo.

Existe una mayor preponderancia de músculos rojos que tienen un mayor pH último y mayor CRA en la espalda que en el lomo o la pierna (López-Bote y Warriss, 1988) concordando con Forcada (1985) respecto al ovino, donde la menor

CRA corresponde a los músculos del tercio posterior y lomo y la mayor a las del tercio anterior.

b) Sexo

No parece ser muy importante, aunque algún autor muestra alguna influencia (Kauffman et al., 1986) posiblemente debido al mayor engrasamiento de las hembras (Sierra, 1977).

c) Edad

En los bovinos el poder de retención de agua disminuye con la edad siendo menor el porcentaje de jugo exprimible en la carne de ternera que en la de vaca.

B. Factores Extrínsecos

a) Manejo Pre-sacrificio

Vrchlabsky (1967) encontró que las pérdidas por cocinado (PPC) de la carne disminuía en animales mantenidos en períodos sin agua y comida, aunque 24 horas de transporte incrementaba CRA.

b) pH

Como ya se ha comentado anteriormente, el pH es un factor importante ligado a la PPC, presentando una correlación de 0,927 (Thomsen y Zeuthen, 1988).

c) Temperatura

Varios estudios (Sanderson y Vail, 1963; Martens et al. 1982) han demostrado que un incremento de la temperatura produce un aumento de las pérdidas por cocinado.

La disminución de la PPC se aprecia a partir de los 40°C (Wierbicki et al., 1963) y la modificación más importante tiene lugar entre los 40 y 50°C. La duración del calentamiento influye poco en la PPC (Hamm e Iwata, 1962).

Si se almacena durante un día el producto puede perder hasta el 10% de su peso y si el almacenamiento es por 6 días las pérdidas pueden llegar hasta un 13.3% (Wirth, 1985)

3.5.2 Métodos de medición de la Capacidad de Retención de Agua

Existen varios métodos para evaluar la capacidad de retención de agua, pero el de Graw-Hamm y el del volúmetro son los más empleados:

a. Graw-Hamm: Un trozo de carne de medidas estandarizadas se somete a presión determinada entre dos papeles filtro, midiendo el aumento de peso de los mismos se puede calcular la CRA (inversamente proporcional). Se toma aproximadamente 0.3g de muestra, se coloca entre dos papeles filtros previamente desecados. A continuación, la muestra con el papel se pone entre las dos placas acrílicas sobre las que se aplica una presión de 10 kg durante 15 minutos. Transcurrido este tiempo se retira el peso y se separa la muestra del papel. Procurando eliminar cualquier resto de tejido que pudiera quedar adherido.

La determinación del agua expulsada se puede realizar de 3 formas: por diferencia de pesada de la carne antes y después o del papel filtro que ha absorbido el agua, por cálculo del área de este papel de filtro, sin tener en cuenta la zona ocupada por la carne una vez comprimida o por un sistema óptico electrónico (análisis de imagen) (Barge et al., 1991).

b. El volúmetro capilar se emplea para medir directamente la CRA sobre el cuerpo del animal sacrificado. Se presiona sobre la carne el volúmetro y por la capilaridad se absorbe el exudado que se mide por diferencia de volumen de líquido coloreado (López de la Torre et al., 2001).

3.6. Pérdidas por cocinado (PPC)

Es una variante para medir la capacidad de retención de agua de una muestra de carne frente al calor. En las pérdidas por cocinado, son responsables la rotura de la membrana celular y además las modificaciones de las proteínas en relación con el cambio en la estructura tridimensional cuando aumenta la temperatura. La

mayoría de los autores consultados señalan mayores pérdidas en la carne en un cocinado lento (Abougroun et al., 1985; Brady y Penfield, 1981; Dinardo et al., 1984; Seuss et al., 1986; Pospiech y Honikel, 1991). Finalmente existe otra postura que señala que el grado de cocinado no afecta las PPC del tejido muscular (Tyszkigwicz et al., 1966).

La pérdida por cocinado (Lee et al., 1978) se basa en el cálculo del agua expulsada a partir de una muestra de carne, una vez que ha sido sometida a cocción en un baño de agua a alta temperatura.

Durante el cocinado se producen dos cambios fundamentales: las fibras musculares se hacen más duras por coagulación y el tejido conectivo se hace más blando, por conversión del colágeno en gelatina. Aunque el efecto endurecedor de las fibras y el ablandador del colágeno dependen del tiempo y de la temperatura es el factor tiempo más importante en el caso del colágeno, mientras que para las fibras lo es la temperatura.

El primer proceso cuando se calienta la carne es la coagulación de las proteínas musculares que comienza entre 30-40°C. este proceso continúa y a los 50°C se completa la degradación de la α -actina, que es la más lábil de todas las proteínas. A los 55°C se vuelven insolubles las cadenas ligeras de la miosina y a los 70-80°C lo hace la actina. La miosina y la troponina son las proteínas más resistentes al calor y coagulan a 80°C.

La degradación del colágeno comienza alrededor de los 70°C pero la gelatinización completa no se produce hasta alcanzar los 100°C a menos que el calentamiento se continúe durante un prolongado periodo de tiempo.

Machlik y Draudt encontraron en el músculo m. semitendinoso que los valores de la fuerza de cizallamiento variaban poco a temperaturas hasta los 50°C pero decrecían en muestras cocinadas a 54°C y alcanzaban un mínimo en las cocinadas a 60-64°C, se supone que debido a la contracción del colágeno.

El color también se ve afectado por el cocinado. A medida que progres el calentamiento, el color de la carne se convierte en marrón y la intensidad de este

color depende de la temperatura y de la cantidad de azúcares reductores presentes (Sharp, 1957; Pearson y col, 1962, 1966). Parte del cambio de color observado durante el calentamiento es resultado de la desnaturalización de la mioglobina y de la hemoglobina residual.

4. METODOLOGÍA

4.1 Tipo de Estudio

Esta investigación es exploratoria y descriptiva, porque no tenemos ningún tipo de literatura que la describa anteriormente. Es científica ya que lo que se va a realizar no hay nada escrito y generará nuevos conocimientos que servirá de base para futuros estudios. Además, este trabajo también se engloba en la categoría de comparativa, puesto que se va a determinar el efecto del sexo, la edad de sacrificio, y además se van a comparar los distintos músculos entre ellos.

4.2 Población y Muestra

La población es la comunidad de cuyes mejorados, obtenidos de una misma granja.

La muestra o individuos elegidos son un total de 48 animales. El tipo de muestreo es por conveniencia así como también muestreo discrecional.

Del total de 48 animales, 24 son machos y 24 hembras. Y de cada uno de estos, 12 son de 3 meses de edad y los otros tantos de 12 meses de edad.

Las muestras musculares a tomar para la medición del pH a lo largo del tiempo son el *triceps brachii*, *quadriceps femori*, *longissimus dorsi* y *psoas major*.

Las muestras musculares a tomar para la medición de parámetros de CRA y PPC son el *tríceps brachii*, *biceps femori*, *quadriceps femori*, *gastrocnemio*, *longissimus dorsi*, *gluteus maximus*, *gracilis*, *semimembranosus*, *semitendinosus* y *psoas major*.

4.3 Operacionalización de Variables

Tabla 1. Operacionalización de variables, tanto dependientes como independientes, que están involucradas en la presente investigación.

Variable	Dimensión	Definición	Indicadores	Ítems	Instrumento o método
Tiempo	Tiempo	Magnitud física con la que medimos el período que transcurre entre dos sucesos perceptibles	Tiempo transcurrido en minutos u horas	-15, 30, 45 min. -1 a 24 horas	Cronómetro
Músculo	Músculo	Órgano compuesto principalmente de fibras contráctiles, definido por fascias.	Tipo de músculo	<i>-longissimus dorsi</i> <i>-triceps brachii</i> <i>-psoas major</i> <i>-quadriceps femori</i>	Determinación anatómica mediante identificación visual.
pH	pH	El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución	pH	Cualquier número entre 1 y 14	pHmetro
Edad	Edad	Tiempo transcurrido desde que nace el animal hasta el momento del estudio, en meses	Edad	- 3 meses - 12 meses	Hoja de registro de nacimiento.
Sexo	Sexo	Condición física-biológica que determina ser macho o hembra	Sexo	- Macho - Hembra	Observación.
<i>Rigor mortis</i>	<i>Rigor mortis</i>	Condición postmortal que se traduce en la rigidez de los músculos del cuerpo.	- Establecimiento del rigor mortis - Resolución del rigor mortis.	Tiempo en horas.	Observación directa y palpación.
Parámetros tecnológicos de la carne	Parámetros tecnológicos de la carne	Características técnicas de la carne dentro de unos rangos óptimos que favorecen su mejor procesado.	- pH - Pérdidas por cocinado. - Capacidad de retención de agua	- 1-14 - % - %	- pHmetro - Gravimétrico - Gravimétrico

4.4 Procedimientos

4.4.1. Animales y diseño experimental.

Este estudio se realizó con 48 cuyes peruanos mejorados, de los cuales 24 son de 3 meses de edad (12 machos y 12 hembras) y los otros 24 de 12 meses de edad (animales de descarte, 12 machos y 12 hembras).

Para el estudio de la evolución del pH se tomaron 4 músculos diferentes de cada cuy, y se midió el pH a los 15, 30, 45, 1-12 horas, 15, 18, 21 y 24 horas. En total se obtuvieron 3648 datos (48 animales x 4 músculos x 19 tiempos).

Para el estudio de la CRA y PPC, de cada cuy se seleccionaron 10 músculos, por lo que para cada técnica se obtuvieron 480 datos.

4.4.2. pH

A partir del faenamiento de los animales se verificará tiempos y niveles de pH lo que nos dará una pauta para establecer en que momento llegaremos al final de la carnización, es decir, cuando se acaben las reservas de glucógeno y creatín fosfato.

Se utilizará sólo la media canal del cuy tomando en cuenta que la mitad es simétrica a la otra y contiene los mismos músculos. Para el análisis del pH se realizará con la utilización del pHmetro y tomando en cuenta lapsos de tiempo de 15 minutos durante la primera hora y luego cada hora hasta llegar a las 24 horas. Los datos se tomarán en los músculos: *longissimus dorsi*, *quadiceps femori*, *triceps brachii* y *psaos major*. Se verificará en cada toma de datos el establecimiento y la resolución del rigor mortis durante todo el tiempo de la caída postmortal del pH, con una correcta refrigeración a 4°C. En la figura 1 se puede observar la realización del corte para insertar la sonda de penetración del pHmetro, y en la figura 2 la medición del pH en una canal de cuy.



Figura 1. Cortes realizados en la canal en el músculo *longissimus dorsi* para medición de pH



Figura 2. Medición de pH en el músculo *longissimus dorsi*.

4.4.3. Pruebas de calidad tecnológica.

La otra hemicanal sufrirá un proceso de disección a partir de la cual se obtendrán diez músculos: *longissimus dorsi*, *quadriceps femori*, *triceps brachii*, *psaos major*, *biceps femori*, *semimembranosus*, *semitendinosus*, *gracilis*, *gluteus maximus*, *gastrocnemio*; que se usarán para realizar las pruebas tecnológicas de la carne determinadas (capacidad de retención de agua y pérdidas por cocinado). Todas las pruebas estarán sometidas a variables como tiempo, sexo y edad. Cada músculo será pesado antes de iniciar las pruebas.

a. Capacidad de Retención de Agua.

Para Capacidad de Retención de Agua, se utilizará la técnica descrita por Grau y Hamm (1953) modificada por Sierra (1973), modificada a su vez por los autores

del presente trabajo. Se tomaron 0.30g de cada músculo antes mencionado, que se cortó en pedazos muy pequeños y equitativos. Se colocaron posteriormente entre dos papeles filtros y se sometieron a una presión de 1 kg por 10 minutos. Tras el tiempo establecido, se extrae inmediatamente la carne de entre los dos papeles y se vuelve a pesar. Para obtener la capacidad de retención de agua se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% = \frac{\text{Peso antes} - \text{Peso después}}{\text{Peso antes}} \times 100$$



Figura 3. Diez músculos previos a la prueba de Capacidad de Retención de Agua



Figura 4. Pesada de 0.30 g del músculo



Figura 5. Distribución de los músculos colocados entre papel filtro

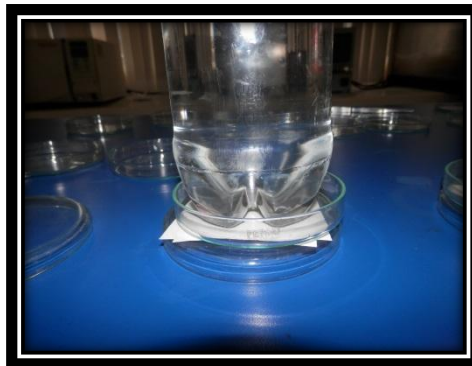


Figura 6. Peso de 1 kg por 10 minutos



Figura 7. Pesado final de la porción del músculo para cálculos

b. Pérdidas por cocinado

Para realizar la prueba de pérdidas por cocinado utilizamos el restante del músculo tras realizar la prueba antes mencionada. Se pesó cada uno de los músculos, se introdujeron por separado en bolsas plásticas y se envasaron al

vacío, con el fin de evitar el ingreso de agua. Posteriormente se sumergen en un baño maría a 70°C por 30 minutos. Una vez finalizado el tiempo, se retiraron los músculos de las fundas, se secaron sin presionar con un poco de papel de filtro, y se volvieron a pesar. Para obtener resultados de esta prueba utilizamos la siguiente fórmula:

$$\% = \frac{\text{Peso antes} - \text{Peso después}}{\text{Peso antes}} \times 100$$



Figura 8. Pesado del músculo previo a la prueba.

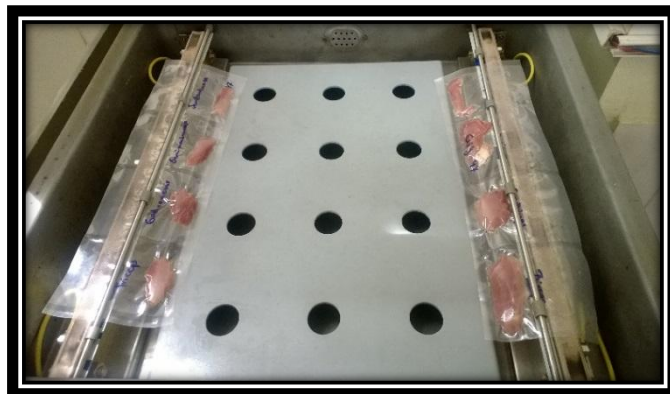


Figura 9. Sellado al vacío de los músculos.



Figura 10. Los músculos son introducidos en el Baño María a 70°C por 30 minutos.

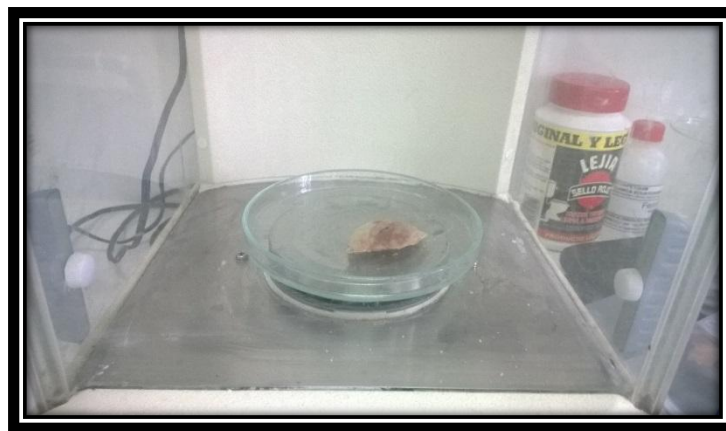


Figura 11. Pesado final del músculo.

4.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Para el estudio de la evolución del pH, los datos se analizaron con el programa estadístico SAS (versión 11), mediante una ANOVA de medidas repetidas, donde el tiempo es el factor de repetición (variable intrasujetos), mientras que el sexo y la edad de sacrificio son dos factores independientes intergrupales. El modelo en este caso es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + \eta_{i/j} + (\alpha\beta)_{jk} + (\beta\eta)_{ki/kj} + \varepsilon_{ij}$$

Donde μ , α_j y β_k son la media de población total, el efecto del j grupo y el efecto del k intervalo u ocasión; $\eta_{i/j}$ es el efecto del i sujeto del j grupo, $(\alpha\beta)_{jk}$ es la interacción grupo por ocasión, $(\beta\eta)_{ki/kj}$ la interacción de k intervalo y el sujeto i , y ε_{ij} el componente de error aleatorio.

Para la determinación de los músculos representativos de las pruebas tecnológicas, los datos serán analizados mediante una prueba de comparación de medias simple, ANOVA de uno o dos factores, según el análisis. Las variables edad y sexo se tomarán como factores fijos, individualmente y en combinación.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

donde μ es la media global, α_j el efecto del nivel i del 1º factor, β_k el efecto del nivel j del 2º factor y ε_{ijk} las desviaciones aleatorias alrededor de las medias, que también se asume que están normalmente distribuidas, son independientes y tienen media 0 y varianza σ^2 .

Al término $\alpha\beta_{ikj}$ se les denomina interacción entre ambos factores y representan el hecho de que el efecto de un determinado nivel de un factor sea diferente para cada nivel del otro factor.

Para el p-valor <0.05 se determina que existe uno de los grupos de todos los analizados presenta diferencias estadísticas. Para determinar cuál se ellos, se realizó la prueba pos-hoc test de Tukey, que realiza comparaciones pareadas entre grupos.

5. RESULTADOS

A continuación se podrá evidenciar los resultados obtenidos durante toda la investigación. En primer lugar se muestran los resultados de la evolución del pH, y posteriormente los resultados de las pruebas tecnológicas de la carne.

En cada uno de los parámetros estudiados, se realizaron comparaciones para ver el efecto sólo del sexo (sin diferenciar edad de sacrificio), sólo la edad de sacrificio (sin diferenciar el sexo) y la combinación de ambos factores.

5.1. Evolución del pH

Respecto a la evolución del pH se realizó en 4 músculos comparando sólo sexo, edad de sacrificio y finalmente comparando los 4 grupos por edad y sexo. Posteriormente se presenta las comparaciones entre los 4 músculos.

5.1.1. Efecto de la edad sobre la evolución del pH

a) Evolución del pH en el músculo *longissimus dorsi*

En la Tabla 2 se puede evidenciar la evolución del pH durante 24 horas en el *longissimus dorsi* de animales de 3 y 12 meses de edad y la comparación entre ellos.

El pH en el *longissimus dorsi* de los cuyes de 3 meses inicia en 6.82, notando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas. A partir de este tiempo, el valor del pH, que es en torno a 6.05, se mantiene más o menos constante hasta las 24 horas.

Mientras, en el *longissimus dorsi* de los cuyes de 12 meses el pH inicia 6.99, evidenciando una caída de pH gradual y significativa hasta las 5 horas, con un pH de 6.12, manteniéndose constante hasta las 24 horas, finalizando con un pH de 6.08.

No existen diferencias significativas entre los dos grupos de animales durante la primera hora. Posteriormente, el pH se mantiene más alto en cuyes de 12 meses

respecto a los de 3 meses durante las siguientes horas, con diferencias significativas en la mayor parte de los tiempos medidos.

En la figura 12 se expresa de manera gráfica la evolución del pH, marcando con un asterisco los momentos con diferencias estadísticas.

Tabla 2.- Evolución del pH en el músculo *longissimus dorsi* comparando entre animales de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses) sin distinguir sexo.

Músculo <i>longissimus dorsi</i>					
Tiempo	3 meses		12 meses	EEM ¹	
15	6.82	z a	6.99	z a	0.04
30	6.64	z b	6.75	z b	0.05
45	6.51	z c	6.66	z c	0.05
60 (1h)	6.40	y d	6.57	z c	0.05
120 (2h)	6.25	y e	6.47	z d	0.05
180 (3h)	6.16	z e	6.31	z e	0.05
240 (4h)	6.03	z fg	6.20	z f	0.04
300 (5h)	5.96	y g	6.12	z fg	0.04
360 (6h)	5.93	y g	6.10	z g	0.04
420 (7h)	5.91	y g	6.10	z g	0.04
480 (8h)	5.94	y g	6.10	z g	0.04
540 (9h)	5.91	y g	6.10	z g	0.05
600 (10h)	5.95	y g	6.10	z g	0.04
660 (11h)	5.95	y g	6.09	z g	0.05
720 (12h)	5.97	y fg	6.09	z g	0.04
900 (15h)	6.00	z fg	6.09	z g	0.05
1080 (18h)	5.94	y g	6.01	z g	0.05
1260 (21h)	5.96	y g	6.08	z g	0.05
1440 (24h)	6.05	z f	6.08	z g	0.05
EEM	0.02		0.02		

^{a-g} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

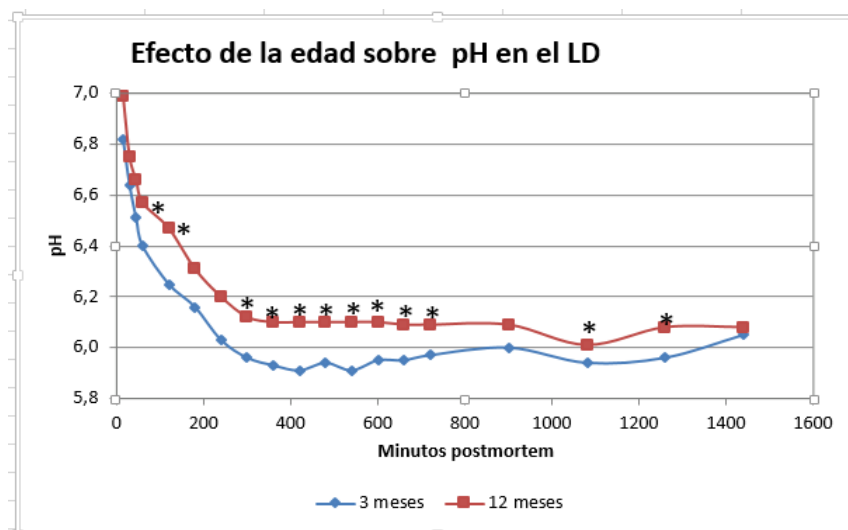


Figura 12. Efecto de la edad sobre el pH en el músculo *longissimus dorsi* (LD) de los cuyes de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.

* = diferencias significativas con un P-valor < 0,05.

b) Evolución del pH en el músculo *quadriceps femori*

En la tabla 3 se resumen los valores medias de la evolución del pH en el músculo *quadriceps femori* durante 24 horas y tomando como referencia la edad del animal, 3 y 12 meses.

El pH en el *quadriceps femori* de los cuyes de 3 meses inicia en 6.68, notando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas. A partir de este tiempo, el valor del pH, que es en torno a 6.06, se mantiene constante hasta las 24 horas.

Mientras, en el *quadriceps femori* de los cuyes de 12 meses el pH inicia 6.80, evidenciando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas, con un pH de 6.16, manteniéndose constante hasta las 24 horas, finalizando con un pH de 6.11.

Se evidencia diferencias significativas entre los animales de 3 y 12 meses en el músculo *quadriceps femori* en los minutos 45 y 60. Los cuyes de 12 meses presentan también valores más altos que los de 3 meses, aunque sólo se encuentran diferencias significativas en estos dos tiempos anteriormente nombrados, tal y como se observa en la figura 13.

Tabla 3.- Evolución del pH en el músculo *quadriceps femori* comparando entre animales de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses) sin distinguir sexo.

Músculo <i>quadriceps femori</i>					
Tiempo	3 meses		12meses	EEM	
15	6.68	^z a	6.80	^z a	0.04
30	6.46	^z b	6.59	^z b	0.04
45	6.39	^y b	6.58	^z b	0.04
60 (1h)	6.27	^y c	6.49	^z c	0.04
120 (2h)	6.21	^z d	6.36	^z d	0.04
180 (3h)	6.15	^z e	6.26	^z e	0.04
240 (4h)	6.03	^z f	6.16	^z f	0.04
300 (5h)	6.02	^z fg	6.12	^z fg	0.04
360 (6h)	5.98	^z fg	6.10	^z fg	0.04
420 (7h)	6.00	^z fg	6.10	^z fg	0.04
480 (8h)	5.98	^z fg	6.10	^z fg	0.04
540 (9h)	5.98	^z fg	6.13	^z fg	0.04
600 (10h)	5.99	^z fg	6.12	^z fg	0.04
660 (11h)	5.99	^z fg	6.12	^z fg	0.04
720 (12h)	6.05	^z fg	6.14	^z fg	0.04
900 (15h)	6.04	^z fg	6.13	^z fg	0.05
1080 (18h)	5.97	^z g	6.07	^z g	0.05
1260 (21h)	5.99	^z fg	6.10	^z fg	0.04
1440 (24h)	6.06	^z fg	6.11	^z fg	0.05
EEM	0.02		0.02		

^{a-g} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

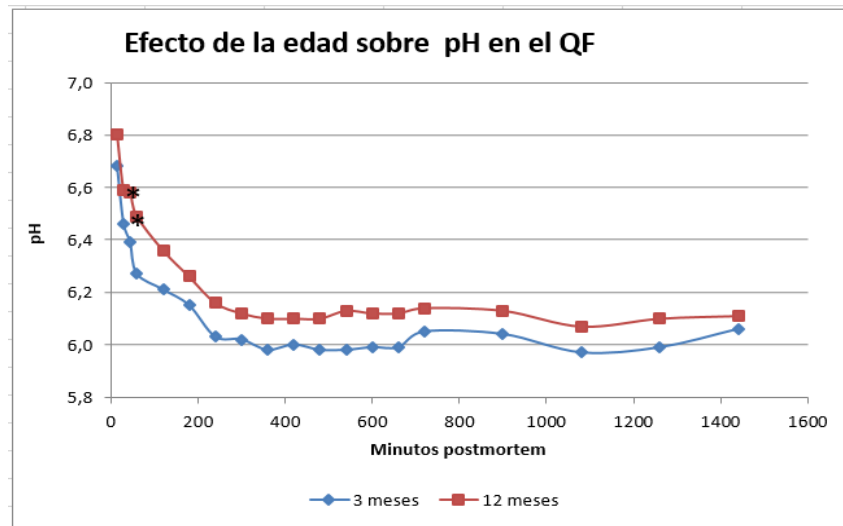


Figura 13. Efecto de la edad sobre el pH en el músculo *quadriceps femori* (QF) de los cuyes de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.

* = diferencias significativas con un P-valor < 0,05.

c) Evolución del pH en el músculo *triceps brachii*

En la tabla 4 se encuentran resumidas las medias del pH para los grupos de 3 y 12 meses de edad a lo largo de 24 horas.

El pH en el *triceps brachii* de los cuyes de 3 meses inicia en 6.72, notando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas. A partir de este tiempo, el valor del pH, que es en torno a 6.06, se mantiene sin diferencias significativas hasta las 24 horas.

Mientras, en el *triceps brachii* de los cuyes de 12 meses el pH inicia 6.88, evidenciando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas, con un pH de 6.11, manteniéndose sin mucha variación hasta las 24 horas, finalizando con un pH de 6.09.

Respecto a la comparación entre los animales de 3 y 12 meses para este músculo, tal y como se observa en la figura 14, el pH de los animales de 12 meses es mayor que los de 3 meses, pero sólo con diferencias estadísticas en los primeros minutos de la caída del pH y a las 7, 9 y 12 horas, para posteriormente permaneces sin diferencias significativas.

Tabla 4.- Evolución del pH en el músculo *triceps brachii* comparando entre animales de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses) sin distinguir sexo.

Músculo <i>triceps brachii</i>					
Tiempo	3 meses		12 meses		EEM
15	6.72	^y ^{ef}	6.88	^z ^a	0.04
30	6.46	^y ^f	6.63	^z ^b	0.05
45	6.34	^z ^f	6.47	^z ^c	0.04
60 (1h)	6.29	^z ^{ef}	6.48	^z ^c	0.04
120 (2h)	6.20	^z ^f	6.30	^z ^d	0.04
180 (3h)	6.11	^z ^f	6.21	^z ^e	0.04
240 (4h)	6.04	^z ^f	6.11	^z ^{fg}	0.04
300 (5h)	6.00	^z ^f	6.08	^z ^{fg}	0.04
360 (6h)	5.96	^z ^f	6.07	^z ^{fg}	0.04
420 (7h)	5.95	^y ^f	6.07	^z ^{fg}	0.04
480 (8h)	5.96	^z ^f	6.08	^z ^{fg}	0.04
540 (9h)	5.96	^y ^f	6.10	^z ^{fg}	0.04
600 (10h)	5.98	^z ^{ef}	6.10	^z ^{fg}	0.04
660 (11h)	5.99	^z ^e	6.08	^z ^{fg}	<
720 (12h)	6.00	^y ^d	6.11	^z ^{fg}	0.04
900 (15h)	6.04	^z ^c	6.13	^z ^f	0.04
1080 (18h)	5.96	^z ^c	6.04	^z ^g	0.05
1260 (21h)	6.00	^z ^b	6.09	^z ^{fg}	0.05
1440 (24h)	6.06	^z ^a	6.09	^z ^{fg}	0.05
EEM	0.02		0.02		

^{a-f} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

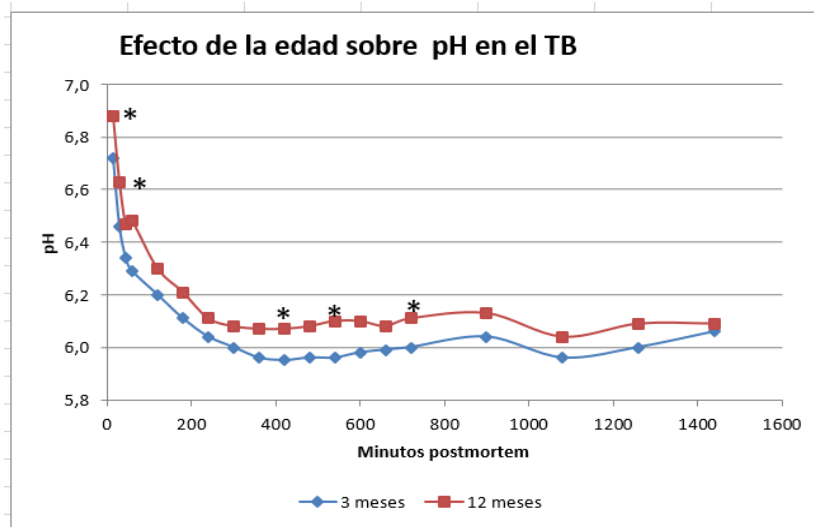


Figura 14. Efecto de la edad sobre el pH en el músculo *triceps brachii* (TB) de los cuyes de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.

* = diferencias significativas con un P-valor < 0,05.

d) Evolución del pH en el músculo *psoas major*

En la Tabla 5 se encuentran las medias de la evolución del pH del músculo *psoas major* durante 24 horas, comparando cuyes de 3 y 12 meses de edad de sacrificio.

El pH en el *psoas major* de los cuyes de 3 meses inicia en 6.61, notando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas. A partir de este tiempo, el valor del pH, que es en torno a 6.19, se mantiene constante hasta las 24 horas.

Mientras, en el *psoas major* de los cuyes de 12 meses el pH inicia 6.64, evidenciando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas, con un pH de 6.21, manteniéndose sin diferencias significativas hasta las 24 horas, finalizando con un pH de 6.21.

Aunque los valores de los animales de 12 meses son ligeramente mayores que en los de 3 meses, no se encontraron diferencias significativas entre estos dos grupos a lo largo del todo el periodo de medición.

Tabla 5.- Evolución del pH en el músculo *psaos mayor* comparando entre animales de engorde (3 meses) y animales de descarte (12 meses) sin distinguir sexo.

Músculo <i>psaos mayor</i>					
Tiempo	3 meses		12 meses		EEM
15	6.61	^z a	6.64	^z a	0.04
30	6.56	^z a	6.54	^z b	0.05
45	6.44	^z b	6.50	^z bc	0.04
60 (1h)	6.40	^z bc	6.47	^z bc	0.04
120 (2h)	6.33	^z c	6.43	^z c	0.04
180 (3h)	6.20	^z d	6.35	^z c	0.05
240 (4h)	6.12	^z e	6.26	^z d	0.04
300 (5h)	6.08	^z ef	6.20	^z de	0.04
360 (6h)	6.06	^z ef	6.19	^z de	0.05
420 (7h)	6.05	^z f	6.19	^z de	0.05
480 (8h)	6.06	^z ef	6.18	^z de	0.04
540 (9h)	6.06	^z ef	6.19	^z de	0.04
600 (10h)	6.09	^z ef	6.18	^z de	0.04
660 (11h)	6.09	^z ef	6.18	^z de	0.04
720 (12h)	6.13	^z de	6.20	^z de	0.04
900 (15h)	6.15	^z de	6.22	^z de	0.04
1080 (18h)	6.08	^z ef	6.15	^z e	0.05
1260 (21h)	6.12	^z ef	6.19	^z de	0.04
1440 (24h)	6.19	^z de	6.21	^z de	0.05
EEM	0.02		0.02		

^{a-f} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

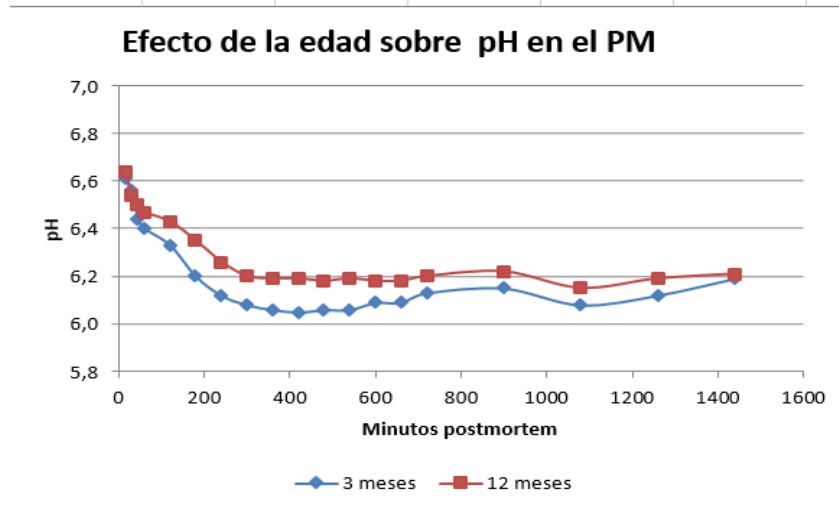


Figura 15. Efecto de la edad sobre el pH en el músculo *psaos major* (PM) de los cuyes de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.

* = diferencias significativas con un P-valor < 0,05.

5.1.2. Efecto del sexo sobre la evolución del pH

Cuando se analizó la variable sexo sin distinguir la edad, no se encontraron diferencias significativa durante la evolución del pH en ninguno de los 4 músculos estudiados. Esto es debido principalmente a que se incluye dentro de cada grupo (machos o hembras) a animales tanto de engorde de 3 meses como de descarte de 12 meses de edad.

5.1.3. Efecto del sexo en animales agrupados y separados por edad

Debido al hecho de que existen dos factores importantes que afectan a la evolución del pH, se hace necesario disgregarlos para ver si realmente no existen diferencias debidas al sexo o a la edad, puesto que en los grupos de machos y hembras anteriormente descritos existían animales de las dos edades. En este caso, se presentan los resultados buscando diferencias debidas al sexo pero dentro de cada grupo de edad.

a) Evolución del pH en el músculo *longissimus dorsi*

En la Tabla 6 se recogen los resultados de la evolución del pH del músculo *longissimus dorsi* de los animales agrupados primero por edad y luego por sexo.

Tal y como se observa en las figuras 16 y 17, no existe diferencias debidas al sexo ni en el grupo de animales de 3 meses ni en el de 12 meses de edad.

Tabla 6.- Efecto del sexo en la evolución del pH en el músculo *longissimus dorsi* entre animales de engorde (3 meses) y de descarte (12 meses) sin distinguir edad

Músculo <i>longissimus dorsi</i>						
Tiempo	3 meses			12 meses		
	Machos	Hembras	EEM	Machos	Hembras	EEM
15	6,82 ^{z a}	6,82 ^{z a}	0,07	6,98 ^{z a}	7 ^{z a}	0,04
30	6,65 ^{z b}	6,62 ^{z b}	0,08	6,71 ^{z b}	6,79 ^{z b}	0,03
45	6,48 ^{z c}	6,53 ^{z bc}	0,08	6,67 ^{z b}	6,65 ^{z c}	0,05
60 (1h)	6,38 ^{z c}	6,42 ^{z c}	0,08	6,5 ^{z c}	6,64 ^{z c}	0,05
120 (2h)	6,24 ^{z d}	6,25 ^{z d}	0,07	6,45 ^{z c}	6,49 ^{z d}	0,05
180 (3h)	6,17 ^{z de}	6,16 ^{z d}	0,08	6,29 ^{z d}	6,32 ^{z e}	0,05
240 (4h)	6,05 ^{z ef}	6,01 ^{z e}	0,06	6,18 ^{z de}	6,22 ^{z ef}	0,05
300 (5h)	6,01 ^{z ef}	5,91 ^{z ef}	0,06	6,1 ^{z e}	6,15 ^{z f}	0,05
360 (6h)	5,97 ^{z f}	5,88 ^{z ef}	0,06	6,06 ^{z e}	6,14 ^{z f}	0,06
420 (7h)	5,95 ^{z f}	5,86 ^{z f}	0,06	6,07 ^{z e}	6,14 ^{z f}	0,05
480 (8h)	5,98 ^{z f}	5,89 ^{z ef}	0,06	6,08 ^{z e}	6,12 ^{z f}	0,06
540 (9h)	5,97 ^{z f}	5,85 ^{z f}	0,06	6,08 ^{z e}	6,12 ^{z f}	0,06
600 (10h)	6,01 ^{z ef}	5,88 ^{z ef}	0,06	6,06 ^{z e}	6,13 ^{z f}	0,06
660 (11h)	6,01 ^{z ef}	5,88 ^{z ef}	0,07	6,05 ^{z e}	6,13 ^{z f}	0,06
720 (12h)	6,05 ^{z ef}	5,88 ^{z ef}	0,07	6,06 ^{z e}	6,12 ^{z f}	0,05
900 (15h)	6,04 ^{z ef}	5,96 ^{z ef}	0,07	6,06 ^{z e}	6,11 ^{z f}	0,06
1080 (18h)	6,06 ^{z ef}	5,81 ^{z f}	0,07	5,98 ^{z e}	6,05 ^{z f}	0,07
1260 (21h)	6,04 ^{z ef}	5,88 ^{z ef}	0,07	6,05 ^{z e}	6,10 ^{z f}	0,07
1440 (24h)	6,12 ^{z e}	5,97 ^{z ef}	0,07	6,07 ^{z e}	6,09 ^{z f}	0,06
EEM	0,03	0,03		0,03	0,02	

^{a-f} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

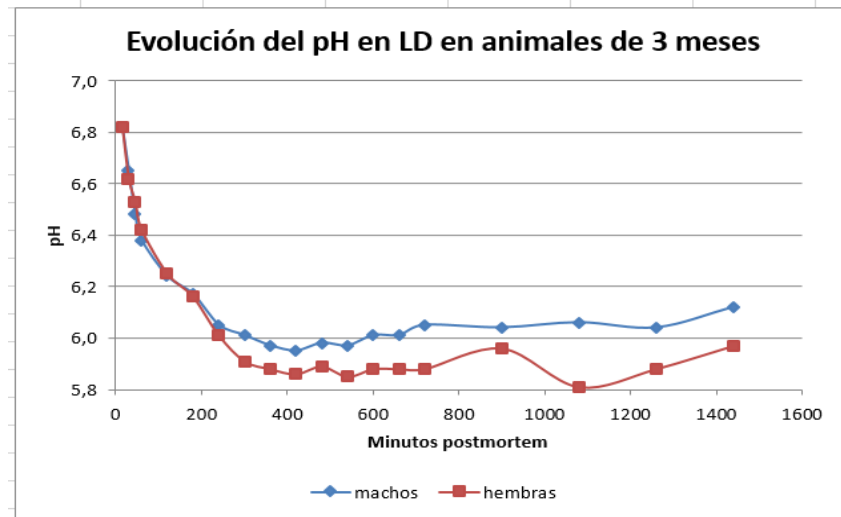


Figura 16. Efecto del sexo sobre el pH en el músculo *longissimus dorsi* de los cuyes de 3 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.

En el pH del *longissimus dorsi* de los machos de 3 meses inicia en 6.75, notando una caída de pH gradual y significativa hasta las 3 horas. A partir de este tiempo, el valor del pH que es en torno a 6.11, se mantiene constante hasta las 24 horas, donde se eleva ligeramente a 6.10, pero sin diferencias significativas. Mientras en las hembras el pH inicia en 6.68 evidenciando una caída de pH gradual y significativa hasta las 3 horas, con un pH de 6.14, manteniéndose constante hasta las 24 horas, finalizando con un pH de 6.01. No se evidencia diferencias significativas en la evolución del pH en el *longissimus dorsi* en animales de 3 meses.

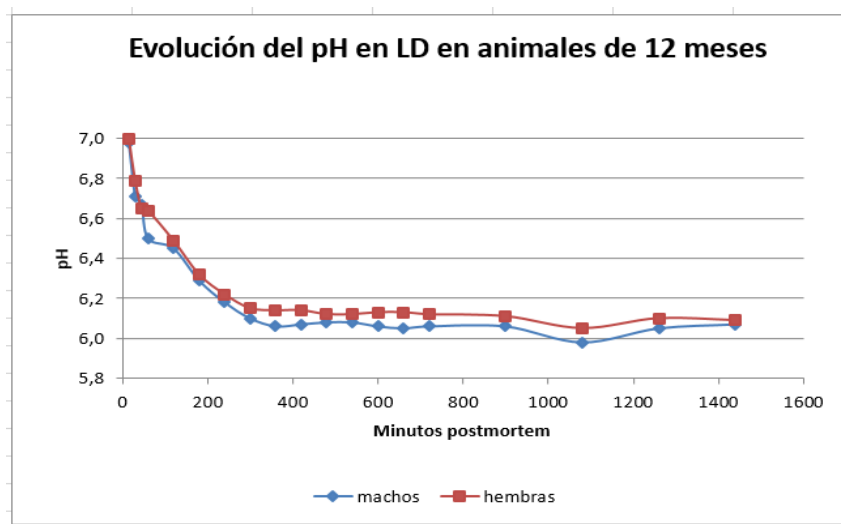


Figura 17. Efecto del sexo sobre el pH en el músculo *longissimus dorsi* de los cuyes de 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.

El pH en el *longissimus dorsi* de los machos de 12 meses inicia en 6.83, notando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas. A partir de este tiempo, el valor del pH que es en torno a 6.07 se mantiene constante hasta las 24 horas. Mientras que en las hembras el pH inicia en 6.92, evidenciando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas, con un pH de 6.15, manteniéndose constante hasta las 24 horas, finalizando con un pH de 6.09. No se evidencia diferencias significativas en el pH del *longissimus dorsi* en animales de 12 meses.

b) Evolución del pH del músculo *quadriceps femori*

Se puede evidenciar en la Tabla 7 cómo evoluciona el pH del músculo *quadriceps femori* de los animales agrupados por sexo, dentro del grupo de 3 y 12 meses de edad.

Se observa también en las figuras 18 y 19 cómo no existen diferencias estadísticas debidas al sexo en los dos grupos de animales.

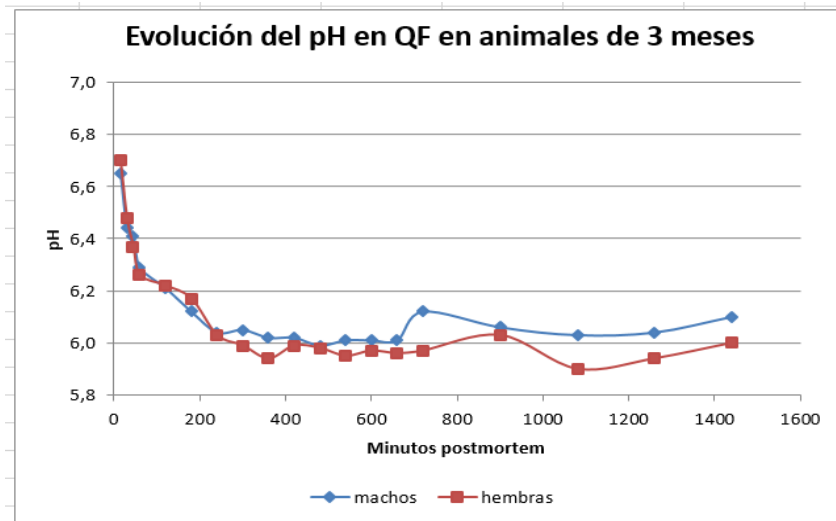


Figura 18. Efecto del sexo sobre el pH en el músculo *quadriceps femori* de los cuyes de 3 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.

* = diferencias significativas con un P-valor < 0,05.

El pH en el *quadriceps femori* de los machos de 3 meses inicia en 6.65, notando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas. A partir de este tiempo, el valor del pH que es en torno a 6.10, se mantiene constante hasta las 24 horas. En las hembras el pH inicia en 6.70, evidenciando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas, con un pH de 6.03, manteniéndose constante hasta las 24 horas, finalizando con un pH de 6.00.

No se evidencia diferencias significativas en el pH del *quadriceps femori* de machos y hembras de 3 meses.

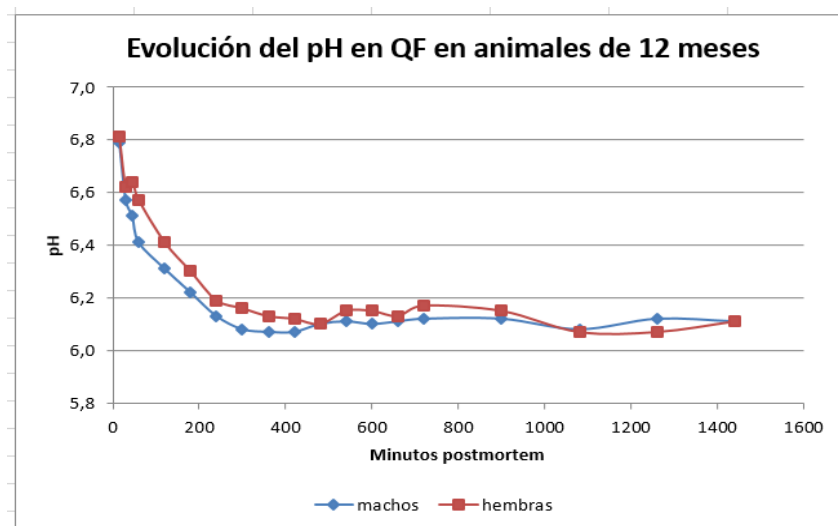


Figura 19. Efecto del sexo sobre el pH en el músculo *quadriceps femori* de los cuyes de 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.

El pH en el *quadriceps femori* de los machos de 12 meses inicia en 6.79, notando una caída del pH gradual y significativa hasta las 4 horas. A partir de este tiempo, el valor del pH que es en torno a 6.11 se mantiene constante hasta las 24 horas. En las hembras el pH inicia en 6.81, evidenciando una caída de pH hasta las 4 horas, con un pH de 6.19, manteniéndose constante hasta las 24 horas, finalizando con un pH de 6.11. No se evidencia diferencias significativas en el *quadriceps* de hembras y machos en animales de 12 meses.

Tabla 7.- Efecto del sexo en la Evolución del pH en el músculo *quadriceps femori* entre animales de engorde (3 meses) y de descarte (12 meses) sin distinguir edad.

Músculo <i>quadriceps femori</i>						
Tiempo	3 meses			12 meses		
	Machos	Hembras	EEM	Machos	Hembras	EEM
15	6,65 ^{z a}	6,70 ^{z a}	0,06	6,79 ^{z a}	6,81 ^{z a}	0,05
30	6,44 ^{z b}	6,48 ^{z b}	0,07	6,57 ^{z b}	6,62 ^{z b}	0,05
45	6,41 ^{z b}	6,37 ^{z b}	0,06	6,51 ^{z bc}	6,64 ^{z b}	0,04
60 (1h)	6,29 ^{z c}	6,26 ^{z c}	0,06	6,41 ^{z c}	6,57 ^{z b}	0,05
120 (2h)	6,21 ^{z cd}	6,22 ^{z c}	0,06	6,31 ^{z cd}	6,41 ^{z c}	0,05
180 (3h)	6,12 ^{z d}	6,17 ^{z c}	0,06	6,22 ^{z d}	6,3 ^{z cd}	0,06
240 (4h)	6,04 ^{z de}	6,03 ^{z d}	0,05	6,13 ^{z de}	6,19 ^{z d}	0,06
300 (5h)	6,05 ^{z de}	5,99 ^{z d}	0,06	6,08 ^{z de}	6,16 ^{z d}	0,06
360 (6h)	6,02 ^{z e}	5,94 ^{z de}	0,06	6,07 ^{z e}	6,13 ^{z d}	0,06
420 (7h)	6,02 ^{z e}	5,99 ^{z de}	0,05	6,07 ^{z de}	6,12 ^{z d}	0,06
480 (8h)	5,99 ^{z e}	5,98 ^{z de}	0,06	6,10 ^{z de}	6,10 ^{z d}	0,06
540 (9h)	6,01 ^{z e}	5,95 ^{z d}	0,06	6,11 ^{z de}	6,15 ^{z d}	0,06
600 (10h)	6,01 ^{z e}	5,97 ^{z d}	0,06	6,10 ^{z de}	6,15 ^{z d}	0,06
660 (11h)	6,01 ^{z e}	5,96 ^{z de}	0,06	6,11 ^{z de}	6,13 ^{z d}	0,06
720 (12h)	6,12 ^{z de}	5,97 ^{z d}	0,06	6,12 ^{z de}	6,17 ^{z d}	0,06
900 (15h)	6,06 ^{z de}	6,03 ^{z d}	0,06	6,12 ^{z de}	6,15 ^{z d}	0,07
1080 (18h)	6,03 ^{z de}	5,90 ^{z e}	0,06	6,08 ^{z e}	6,07 ^{z d}	0,08
1260 (21h)	6,04 ^{z de}	5,94 ^{z e}	0,06	6,12 ^{z e}	6,07 ^{z d}	0,07
1440 (24h)	6,10 ^{z de}	6,00 ^{z de}	0,07	6,11 ^{z de}	6,11 ^{z d}	0,07
EEM	0,02	0,02		0,03	0,02	

^{a-c} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

c) Evolución del pH del músculo *triceps brachii*

En la Tabla 8 resumen los resultados de la evolución del pH del músculo *triceps brachii* de los animales. E igual que para los dos músculos anteriores, no se observan diferencias debidas al sexo en las figuras 20 y 21.

Tabla 8.- Efecto del sexo en la evolución del pH en el músculo *triceps brachii* entre animales de engorde (3 meses) y de descarte (12 meses) sin distinguir edad

Músculo <i>triceps brachii</i>						
Tiempo	3 meses			12 meses		
	Machos	Hembras	EEM	Machos	Hembras	EEM
15	6,75 ^{z a}	6,68 ^{z a}	0,06	6,83 ^{z a}	6,92 ^{z a}	0,05
30	6,54 ^{z b}	6,36 ^{z b}	0,07	6,54 ^{z b}	6,71 ^{z b}	0,05
45	6,31 ^{z c}	6,37 ^{z b}	0,07	6,38 ^{z c}	6,55 ^{z c}	0,05
60 (1h)	6,29 ^{z cd}	6,29 ^{z bc}	0,07	6,49 ^{z bc}	6,47 ^{z cd}	0,04
120 (2h)	6,20 ^{z d}	6,21 ^{z c}	0,07	6,25 ^{z d}	6,36 ^{z d}	0,04
180 (3h)	6,07 ^{z e}	6,16 ^{z cd}	0,06	6,14 ^{z de}	6,27 ^{z d}	0,05
240 (4h)	6,03 ^{z e}	6,06 ^{z d}	0,06	6,07 ^{z e}	6,15 ^{z e}	0,05
300 (5h)	6,00 ^{z e}	5,98 ^{z de}	0,06	6,03 ^{z e}	6,13 ^{z e}	0,06
360 (6h)	6,00 ^{z e}	5,92 ^{z e}	0,06	6,02 ^{z e}	6,11 ^{z e}	0,06
420 (7h)	6,00 ^{z e}	5,90 ^{z e}	0,06	6,03 ^{z e}	6,11 ^{z e}	0,05
480 (8h)	6,00 ^{z e}	5,92 ^{z e}	0,06	6,06 ^{z e}	6,10 ^{z e}	0,06
540 (9h)	6,00 ^{z e}	5,92 ^{z e}	0,05	6,06 ^{z e}	6,13 ^{z e}	0,05
600 (10h)	6,03 ^{z e}	5,93 ^{z e}	0,06	6,06 ^{z e}	6,13 ^{z e}	0,05
660 (11h)	6,05 ^{z e}	5,93 ^{z e}	0,06	6,03 ^{z e}	6,12 ^{z e}	0,06
720 (12h)	6,07 ^{z e}	5,93 ^{z e}	0,06	6,07 ^{z e}	6,14 ^{z e}	0,05
900 (15h)	6,06 ^{z e}	6,01 ^{z de}	0,05	6,11 ^{z e}	6,14 ^{z e}	0,06
1080(18h)	6,02 ^{z e}	5,90 ^{z e}	0,06	6,02 ^{z e}	6,05 ^{z e}	0,07
1260(21h)	6,03 ^{z e}	5,96 ^{z e}	0,06	6,10 ^{z e}	6,09 ^{z e}	0,07
1440(24h)	6,10 ^{z e}	6,01 ^{z de}	0,07	6,08 ^{z e}	6,09 ^{z e}	0,07
EEM	0,02	0,02		0,02	0,03	

^{a-e} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

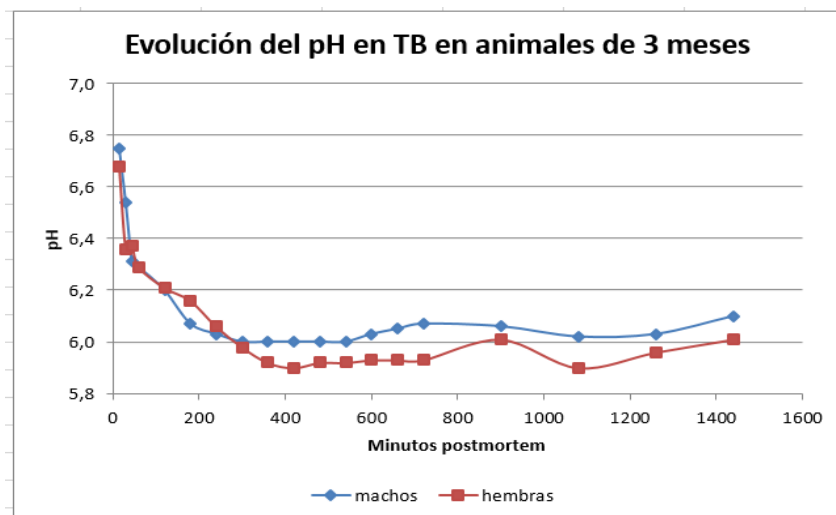


Figura 20. Efecto del sexo sobre el pH en el músculo *triceps brachii* de los cuyes de 3 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.

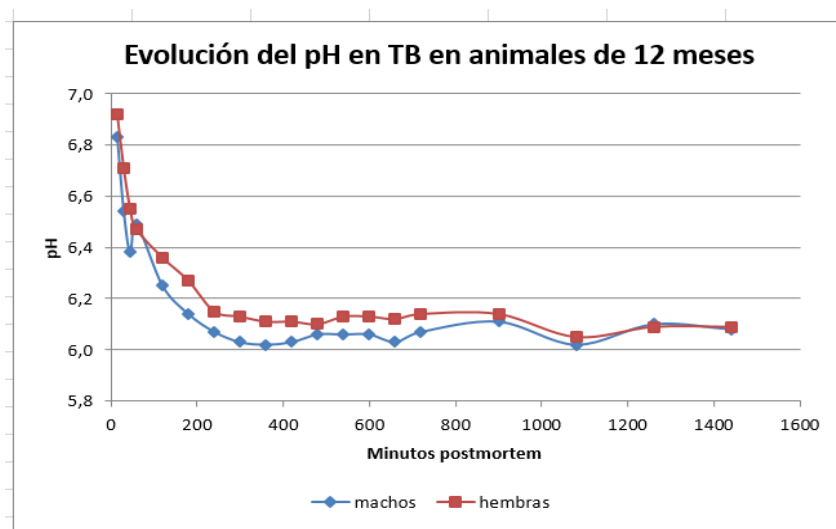


Figura 21. Efecto del sexo sobre el pH en el músculo *triceps brachii* de los cuyes de 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.

d) Evolución del pH del músculo *psoas major*

En la Tabla 9 se expresan los resultados de la evolución del pH del músculo *psoas major* de los animales agrupados por sexo, según en el grupo de 3 o de 12 meses de edad, tal y como se observa en las figuras 22 y 23.

Tabla 9. Efecto del sexo en la evolución del pH en el músculo *psaos major* entre animales de engorde (3 meses) y de descarte (12 meses) sin distinguir edad

Músculo <i>psaos major</i>						
Tiempo	3 meses			12 meses		
	Machos	Hembras	EEM	Machos	Hembras	EEM
15	6,67 ^{z a}	6,56 ^{z a}	0,06	6,65 ^{z a}	6,63 ^{z a}	0,05
30	6,61 ^{z a}	6,51 ^{z b}	0,07	6,51 ^{z b}	6,56 ^{z ab}	0,07
45	6,43 ^{z b}	6,45 ^{z b}	0,06	6,48 ^{z bc}	6,52 ^{z ab}	0,06
60 (1h)	6,4 ^{z bc}	6,4 ^{z bc}	0,06	6,44 ^{z bc}	6,51 ^{z b}	0,05
120 (2h)	6,32 ^{z c}	6,34 ^{z c}	0,06	6,39 ^{z c}	6,46 ^{z b}	0,06
180 (3h)	6,19 ^{z d}	6,22 ^{z d}	0,06	6,40 ^{z bc}	6,31 ^{z c}	0,08
240 (4h)	6,12 ^{z de}	6,13 ^{z de}	0,06	6,25 ^{z d}	6,26 ^{z cd}	0,06
300 (5h)	6,09 ^{z de}	6,07 ^{z ef}	0,06	6,20 ^{z d}	6,21 ^{z cd}	0,07
360 (6h)	6,08 ^{z e}	6,04 ^{z ef}	0,06	6,19 ^{z d}	6,19 ^{z d}	0,07
420 (7h)	6,08 ^{z e}	6,02 ^{z ef}	0,06	6,21 ^{z d}	6,17 ^{z d}	0,06
480 (8h)	6,10 ^{z de}	6,02 ^{z ef}	0,06	6,21 ^{z d}	6,16 ^{z d}	0,07
540 (9h)	6,10 ^{z de}	6,01 ^{z ef}	0,06	6,22 ^{z d}	6,16 ^{z d}	0,07
600 (10h)	6,12 ^{z de}	6,05 ^{z ef}	0,06	6,21 ^{z d}	6,15 ^{z d}	0,06
660 (11h)	6,14 ^{z de}	6,04 ^{z ef}	0,06	6,22 ^{z d}	6,14 ^{z d}	0,06
720 (12h)	6,17 ^{z de}	6,09 ^{z e}	0,06	6,20 ^{z d}	6,19 ^{z d}	0,07
900 (15h)	6,18 ^{z de}	6,12 ^{z de}	0,05	6,23 ^{z d}	6,21 ^{z cd}	0,07
1080 (18h)	6,17 ^{z de}	5,98 ^{z f}	0,06	6,19 ^{z d}	6,13 ^{z d}	0,08
1260 (21h)	6,19 ^{z d}	6,05 ^{z ef}	0,05	6,21 ^{z d}	6,17 ^{z d}	0,08
1440 (24h)	6,27 ^{z cd}	6,11 ^{z e}	0,06	6,23 ^{z d}	6,19 ^{z d}	0,07
EEM	0,02	0,02		0,03	0,02	

^{a-g} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

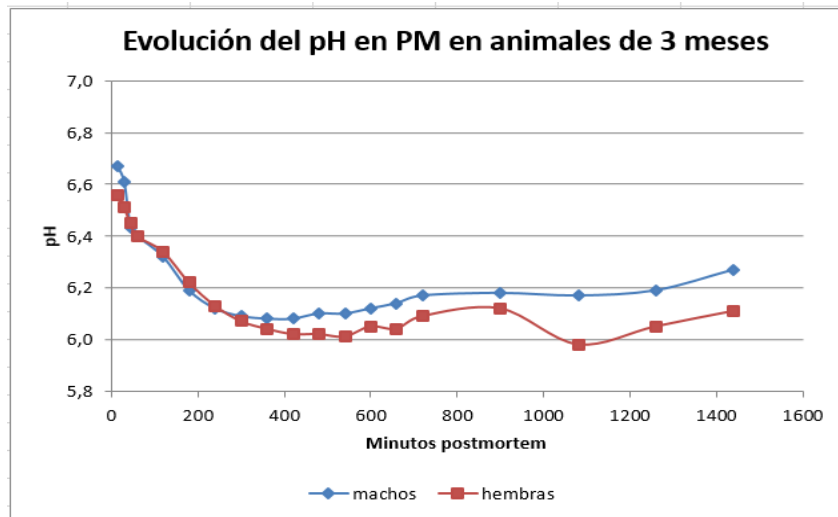


Figura 22. Efecto del sexo sobre el pH en el músculo *psaos major* de los cuyes de 3 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.

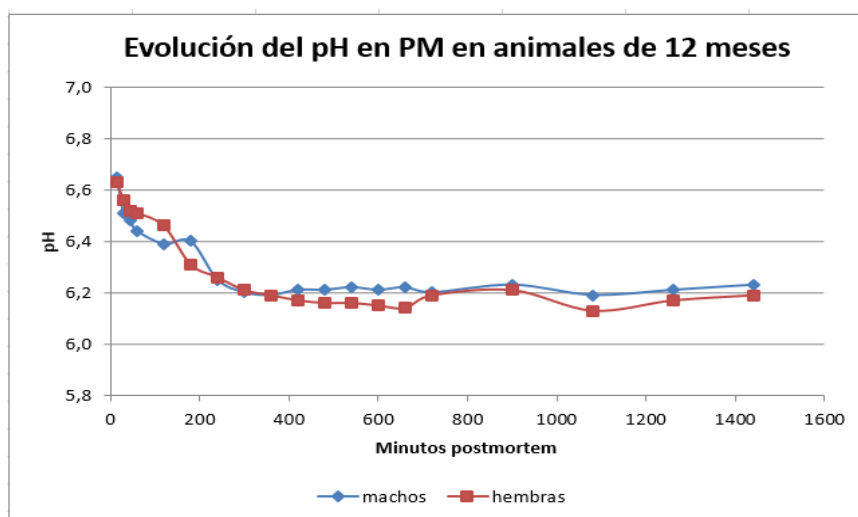


Figura 23. Efecto del sexo sobre el pH en el músculo *psaos major* de los cuyes de 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.

5.1.4. Efecto de la edad en animales agrupados y separados por sexo

Tal y como se realizó en el apartado anterior, se disgregaron los dos factores. En este caso, se analiza el efecto de la edad en los animales agrupados por sexo. Es decir, efecto de la edad en el grupo de las hembras, y efecto de la edad en el grupo de los machos.

a) Evolución del pH del músculo *longissimus dorsi*

En la Tabla 10 se resumen los resultados de cómo evoluciona el pH del *longissimus dorsi*, tomando en cuenta la edad en animales agrupados y separados por sexo.

Tabla 10.- Evolución del pH en el músculo *longissimus dorsi* entre animales machos y hembras de engorde (3 meses) y de descarte (12 meses).

	Músculo <i>longissimus dorsi</i>					
	Machos			Hembras		
	3 meses	12 meses	EEM	3 meses	12 meses	EEM
15	6.82 ^{z a}	6.98 ^{z a}	0.07	6,82 ^{z a}	7 ^{z a}	0.05
30	6.65 ^{z b}	6.71 ^{z b}	0.07	6,62 ^{z b}	6,79 ^{z b}	0.06
45	6.48 ^{z c}	6.67 ^{z b}	0.07	6,53 ^{z bc}	6,65 ^{z c}	0.06
60 (1h)	6.38 ^{z c}	6.50 ^{z c}	0.07	6,42 ^{y c}	6,64 ^{z c}	0.07
120 (2h)	6.24 ^{z d}	6.45 ^{z c}	0.07	6,25 ^{y d}	6,49 ^{z d}	0.07
180 (3h)	6.17 ^{z de}	6.29 ^{z d}	0.07	6,16 ^{z d}	6,32 ^{z e}	0.06
240 (4h)	6.05 ^{z e}	6.18 ^{z de}	0.06	6,01 ^{z e}	6,22 ^{z ef}	0.06
300 (5h)	6.01 ^{z e}	6.10 ^{z e}	0.06	5,91 ^{y ef}	6,15 ^{z f}	0.06
360 (6h)	5.97 ^{z e}	6.06 ^{z e}	0.07	5,88 ^{y f}	6,14 ^{z f}	0.06
420 (7h)	5.95 ^{z e}	6.07 ^{z e}	0.07	5,86 ^{y f}	6,14 ^{z f}	0.05
480 (8h)	5.98 ^{z e}	6.08 ^{z e}	0.07	5,88 ^{y f}	6,12 ^{z f}	0.05
540 (9h)	5.97 ^{z e}	6.08 ^{z e}	0.07	5,85 ^{y f}	6,12 ^{z f}	0.06
600 (10h)	6.01 ^{z e}	6.06 ^{z e}	0.07	5,88 ^{y f}	6,13 ^{z f}	0.06
660 (11h)	6.01 ^{z e}	6.05 ^{z e}	0.07	5,88 ^{y f}	6,13 ^{z f}	0.06
720 (12h)	6.05 ^{z e}	6.06 ^{z e}	0.07	5,88 ^{y f}	6,12 ^{z f}	0.05
900 (15h)	6.04 ^{z e}	6.06 ^{z e}	0.07	5,96 ^{z ef}	6,11 ^{z f}	0.06
1080(18h)	6.05 ^{z e}	5.98 ^{z e}	0.07	5,81 ^{y f}	6,05 ^{z f}	0.06
1260(21h)	6.03 ^{z e}	6.05 ^{z e}	0.08	5,88 ^{y f}	6,1 ^{z f}	0.06
1440(24h)	6.11 ^{z de}	6.07 ^{z e}	0.08	5,97 ^{z ef}	6,08 ^{z f}	0.05
EEM	0.03	0.03		0.03	0.02	

^{a-f} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

No se evidencia diferencias significativas del pH en el *longissimus dorsi* en el grupo de machos entre 3 meses y 12 meses, tal como se observa en la figura 24.

En el caso del grupo de las hembras, existen diferencias significativas en el músculo *longissimus dorsi*, siendo mayor en las hembras de 12 meses que en las de 3 meses prácticamente durante todo el tiempo a partir de la primera hora postmortem hasta las 15 horas, a partir de entonces sigue siendo mayor pero sin diferencias significativas, tal como se aprecia en la figura 25.

Por tanto, las diferencias debidas a la edad encontradas en este músculo sin diferenciar el sexo se encuentran solamente en el grupo de las hembras, y no en el de los machos.

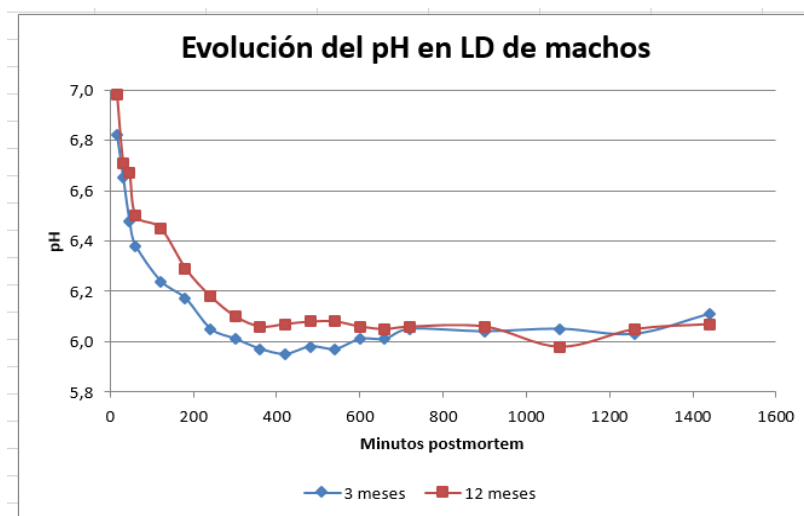


Figura 24. Evolución del pH en el músculo *longissimus dorsi* (LD) de los cuyes machos de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.

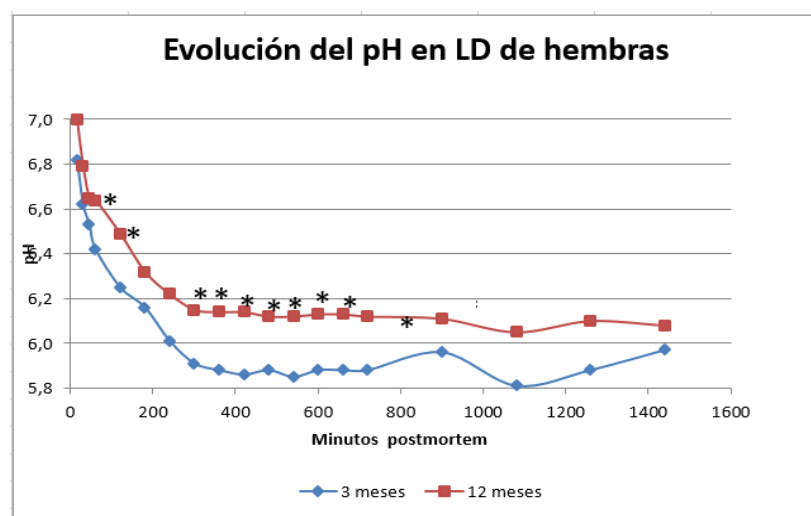


Figura 25. Evolución del pH en el músculo *longissimus dorsi* (LD) de los cuyes hembras de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.

* = diferencias significativas con un P-valor < 0,05.

b) Evolución del pH en el músculo *quadriceps femori*

En la Tabla 11 se resume cómo evoluciona el pH del *quadriceps femori*, tomando en cuenta la edad en animales agrupados y separados por sexo.

Tabla 11.-Evolución del pH en el músculo *quadriceps femori* entre animales machos y hembras de engorde (3 meses) y de descarte (12 meses).

Tiempo	Músculo <i>quadriceps femori</i>					
	Machos			Hembras		
	3meses	12meses	EEM	3meses	12meses	EEM
15	6.65 ^{z a}	6.79 ^{z a}	0.07	6.70 ^{z a}	6.81 ^{z a}	0.05
30	6.44 ^{z b}	6.57 ^{z b}	0.07	6.48 ^{z b}	6.62 ^{z b}	0.05
45	6.41 ^{z bc}	6.51 ^{z bc}	0.06	6.37 ^{y bc}	6.64 ^{z b}	0.05
60 (1h)	6.29 ^{z c}	6.41 ^{z c}	0.06	6.26 ^{y c}	6.57 ^{z b}	0.05
120 (2h)	6.21 ^{z cd}	6.31 ^{z cd}	0.06	6.22 ^{z c}	6.41 ^{z c}	0.06
180 (3h)	6.12 ^{z d}	6.22 ^{z d}	0.06	6.17 ^{z c}	6.30 ^{z cd}	0.06
240 (4h)	6.04 ^{z de}	6.13 ^{z de}	0.06	6.03 ^{z d}	6.19 ^{z d}	0.06
300 (5h)	6.05 ^{z de}	6.08 ^{z e}	0.06	5.99 ^{z de}	6.16 ^{z de}	0.06
360 (6h)	6.02 ^{z de}	6.07 ^{z e}	0.06	5.94 ^{z de}	6.13 ^{z de}	0.06
420 (7h)	6.02 ^{z de}	6.07 ^{z e}	0.06	5.99 ^{z de}	6.12 ^{z de}	0.05
480 (8h)	5.99 ^{z e}	6.10 ^{z de}	0.06	5.98 ^{z de}	6.10 ^{z de}	0.06
540 (9h)	6.01 ^{z de}	6.11 ^{z de}	0.06	5.95 ^{z de}	6.15 ^{z de}	0.06
600 (10h)	6.01 ^{z de}	6.10 ^{z de}	0.06	5.97 ^{z de}	6.15 ^{z de}	0.06
660 (11h)	6.01 ^{z de}	6.11 ^{z de}	0.06	5.96 ^{z de}	6.13 ^{z de}	0.06
720 (12h)	6.12 ^{z d}	6.12 ^{z de}	0.06	5.97 ^{z de}	6.17 ^{z de}	0.06
900 (15h)	6.06 ^{z de}	6.12 ^{z de}	0.07	6.03 ^{z d}	6.15 ^{z de}	0.06
1080(18h)	6.03 ^{z de}	6.08 ^{z e}	0.08	5.90 ^{z e}	6.07 ^{z e}	0.06
1260(21h)	6.04 ^{z de}	6.12 ^{z de}	0.08	5.94 ^{z de}	6.07 ^{z e}	0.05
1440(24h)	6.10 ^{z de}	6.11 ^{z de}	0.08	6.00 ^{z de}	6.11 ^{z de}	0.05
EEM	0.02	0.03		0.02	0.02	

^{a-e} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

El pH en el *quadriceps femori* de los machos de 3 meses inicia en 6.75, notando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas. A partir de este tiempo, el valor del pH, que es en torno a 6.01, se mantiene constante hasta las 24 horas, donde se eleva ligeramente a 6,10, pero sin diferencias significativas.

Mientras, en el *quadriceps femori* de los machos de 12 meses el pH inicia 6.79, evidenciando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas, con un pH de 6.22, manteniéndose constante hasta las 24 horas, finalizando con un pH de 6.11. No se observan diferencias debidas a la edad en el grupo de los machos, tal como se observa en la figura 26.

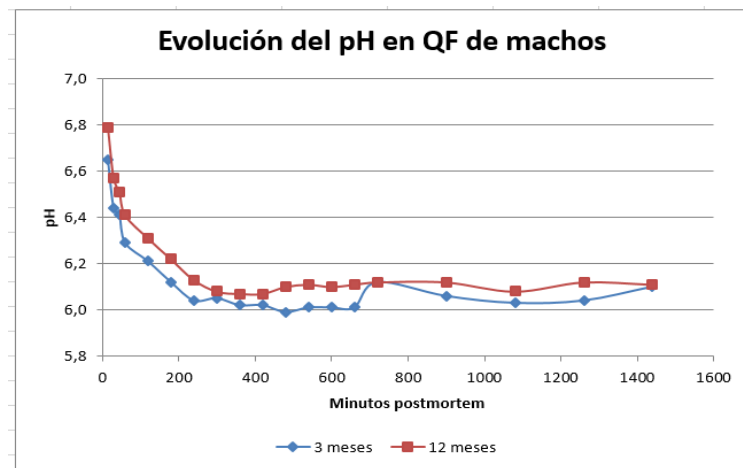


Figura 26. Evolución del pH en el músculo *quadriceps femori* (QF) de los cuyes machos de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.

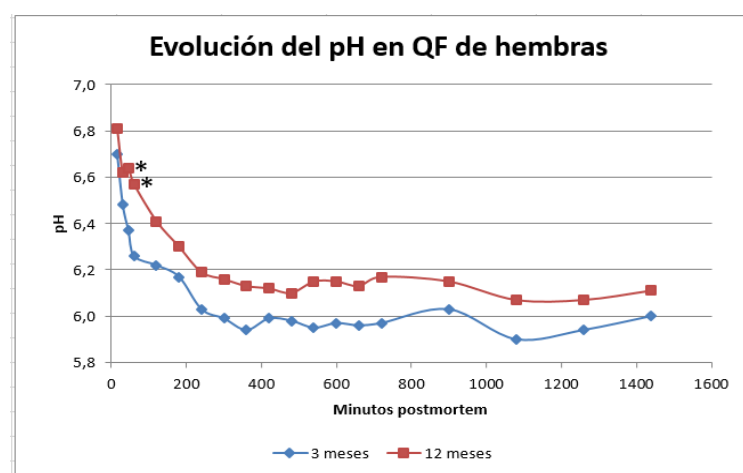


Figura 27. Evolución del pH en el músculo *quadriceps femori* (QF) de los cuyes hembras de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.

* = diferencias significativas con un P-valor < 0,05.

El pH en el *quadriceps femori* de las hembras de 3 meses inicia en 6.70, notando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas. A partir de este tiempo, el valor del pH, que es en torno a 6.00, se mantiene constante hasta las 24 horas, donde se eleva ligeramente a 6,10, pero sin diferencias significativas.

Mientras, en el *quadriceps femori* de las hembras de 12 meses el pH inicia 6.92, evidenciando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas, con un pH de 6.15, manteniéndose constante hasta las 24 horas, finalizando con un pH de 6.09.

El pH de las hembras de 12 meses se mantiene prácticamente superior que el de las de 3 meses, pero sólo existen diferencias significativas en el músculo *quadriceps femori* en los minutos 45 y 60, tal como se observa en la figura 27.

c) Evolución del pH del músculo *triceps brachii*

En la Tabla 12 se resumen los resultados de la evolución del pH del *triceps brachii*, tomando en cuenta la edad en animales agrupados y separados por sexo.

Tabla 12. Evolución del pH en el músculo *triceps brachii* entre animales machos y hembras de engorde (3 meses) y de descarte (12 meses).

Músculo <i>triceps brachii</i>						
Tiempo	Machos			Hembras		
	3 meses	12 meses	EEM	3 meses	12 meses	EEM
15	6.75 ^{z a}	6.83 ^{z a}	0.06	6.68 ^{y a}	6.92 ^{z a}	0.05
30	6.54 ^{z b}	6.54 ^{z b}	0.07	6.36 ^{y b}	6.71 ^{z b}	0.07
45	6.31 ^{z c}	6.38 ^{z c}	0.07	6.37 ^{z b}	6.55 ^{z c}	0.06
60 (1h)	6.29 ^{z c}	6.49 ^{z bc}	0.06	6.29 ^{z bc}	6.47 ^{z c}	0.06
120 (2h)	6.20 ^{z cd}	6.25 ^{z d}	0.07	6.21 ^{z c}	6.36 ^{z d}	0.05
180 (3h)	6.07 ^{z d}	6.14 ^{z de}	0.06	6.16 ^{z cd}	6.27 ^{z d}	0.05
240 (4h)	6.03 ^{z d}	6.07 ^{z e}	0.07	6.06 ^{z d}	6.15 ^{z e}	0.05
300 (5h)	6.00 ^{z d}	6.03 ^{z e}	0.06	5.98 ^{z de}	6.13 ^{z ef}	0.05
360 (6h)	6.00 ^{z d}	6.02 ^{z e}	0.07	5.92 ^{z e}	6.11 ^{z ef}	0.05
420 (7h)	6.00 ^{z d}	6.03 ^{z e}	0.06	5.90 ^{y e}	6.11 ^{z ef}	0.05
480 (8h)	6.00 ^{z d}	6.06 ^{z e}	0.06	5.92 ^{z e}	6.10 ^{z ef}	0.05
540 (9h)	6.00 ^{z d}	6.06 ^{z e}	0.06	5.92 ^{y e}	6.13 ^{z ef}	0.05
600 (10h)	6.03 ^{z d}	6.06 ^{z e}	0.06	5.93 ^{z e}	6.13 ^{z ef}	0.05
660 (11h)	6.05 ^{z d}	6.03 ^{z e}	0.07	5.93 ^{z e}	6.12 ^{z ef}	0.05
720 (12h)	6.07 ^{z d}	6.07 ^{z e}	0.06	5.93 ^{y e}	6.14 ^{z ef}	0.05
900 (15h)	6.06 ^{z d}	6.11 ^{z e}	0.06	6.01 ^{z de}	6.14 ^{z ef}	0.05
1080(18h)	6.02 ^{z d}	6.02 ^{z e}	0.08	5.90 ^{z e}	6.05 ^{z f}	0.05
1260(21h)	6.03 ^{z d}	6.10 ^{z e}	0.08	5.96 ^{z e}	6.09 ^{z ef}	0.04
1440(24h)	6.10 ^{z d}	6.08 ^{z e}	0.08	6.01 ^{z de}	6.09 ^{z ef}	0.05
EEM	0.02	0.03		0.02	0.02	

^{a-f} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

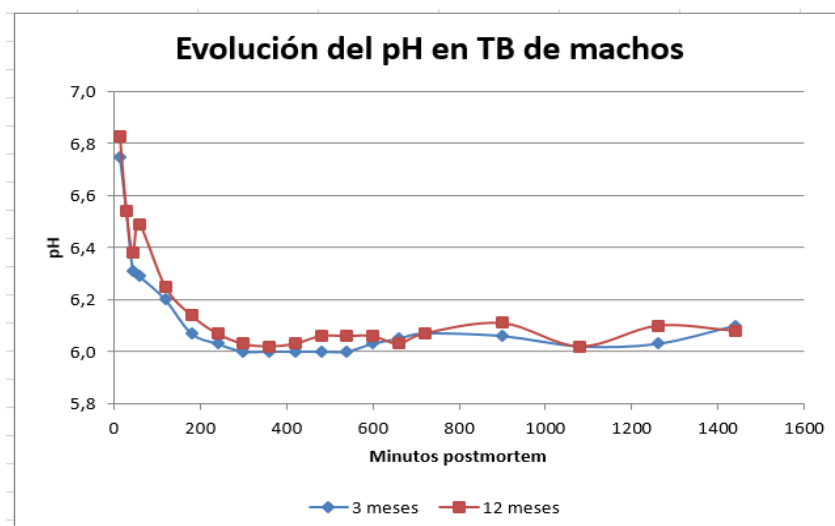


Figura 28. Evolución del pH en el músculo *triceps brachii* (TB) de los cuyes machos de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.

El pH en el *triceps brachii* de los machos de 3 meses inicia en 6.75, notando una caída de pH gradual y significativa hasta las 3 horas. A partir de este tiempo, el valor del pH, que es en torno a 6.10, se mantiene constante hasta las 24 horas.

Mientras, en el *triceps brachii* de los machos de 12 meses el pH inicia 6.83, evidenciando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas, con un pH de 6.07, manteniéndose constante hasta las 24 horas, finalizando con un pH de 6.08.

Tal y como se observa en la figura 28, no existe tampoco diferencias significativas debidas a la edad en el grupo de cuyes machos.

El pH en el *triceps brachii* de las hembras de 3 meses inicia en 6.68, notando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas. A partir de este tiempo, el valor del pH, que es en torno a 6.01, se mantiene constante hasta las 24 horas.

Mientras, en el *triceps brachii* de las hembras de 12 meses el pH inicia 6.92, evidenciando una caída de pH gradual y significativa hasta las 5 horas, con un pH de 6.15, manteniéndose constante hasta las 24 horas, finalizando con un pH de 6.09.

Tal y como se observa en la figura 29, el pH de las hembras de 12 meses es superior al de las de 3 meses. Existen diferencias significativas en los minutos 15 y 30, para que luego exista diferencias en las horas 7, 9 y 12. Ocurre lo mismo que en el LD y QF: las diferencias debido a la edad sólo se evidencian en el grupo de las hembras.

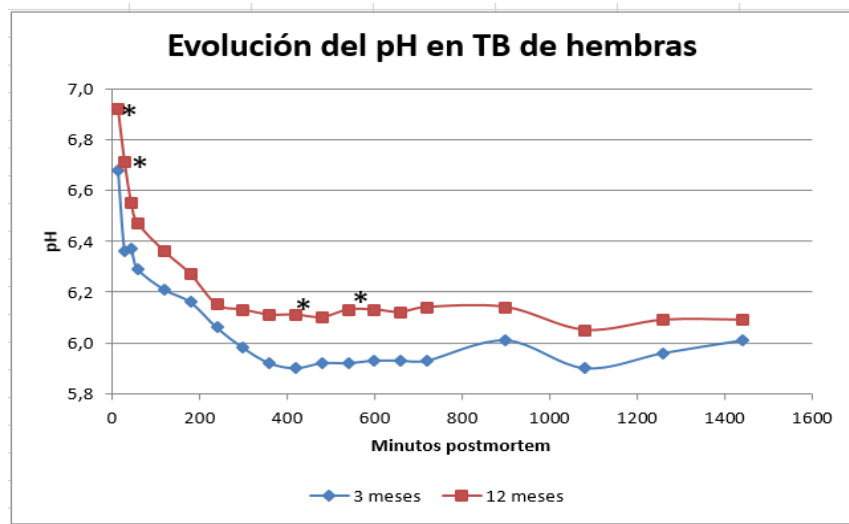


Figura 29. Evolución del pH en el músculo *triceps brachii* (TB) de los cuyes hembras de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio hasta las 24 horas postmortem.

* = diferencias significativas con un P-valor < 0,05.

d) Evolución del pH en el músculo *psaos major*

En la Tabla 13 se resumen los resultados de la evolución del pH del *psaos major*, tomando en cuenta la edad en animales agrupados y separados por sexo.

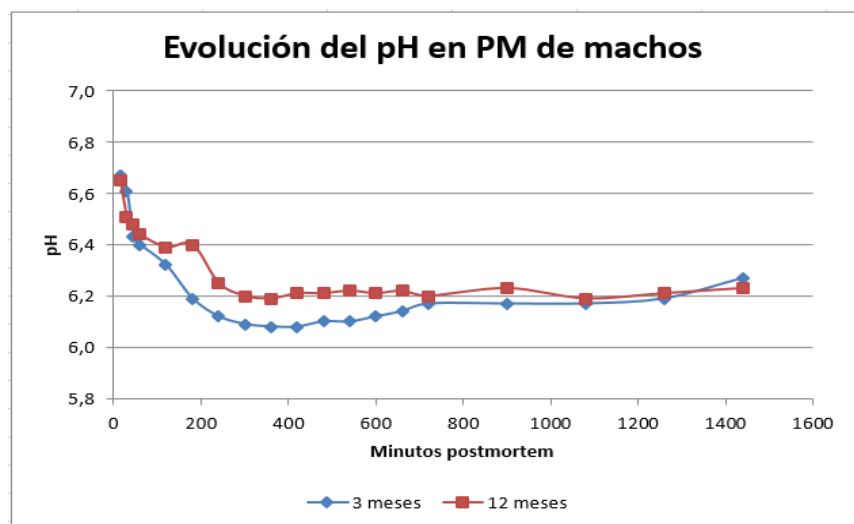


Figura 30. Evolución del pH en el músculo *psaos major* (PM) de los cuyes machos de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.

El pH en el *psaos major* de los machos de 3 meses inicia en 6.67, notando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas. A partir de este tiempo, el valor del pH, que es en torno a 6.12, se mantiene constante hasta las 24 horas.

Mientras, en el *psaos major* de los machos de 12 meses el pH inicia 6.65, evidenciando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas, con un pH de 6.25, manteniéndose constante hasta las 24 horas, finalizando con un pH de 6.23.

No existen diferencias debidas a la edad en el grupo de machos en ninguno de los tiempos medidos, tal como se observa en la figura 30.

Tabla 13.- Evolución de pH en el músculo *psaos major* entre animales machos y hembras de engorde (3 meses) y de descarte (12 meses).

Músculo <i>psaos major</i>						
Tiempo	Machos			Hembras		
	3meses	12meses	EEM	3meses	12meses	EEM
15	6.67 ^{z a}	6.65 ^{z a}	0.06	6.56 ^{z a}	6.63 ^{z a}	0.05
30	6.61 ^{z bc}	6.51 ^{z bc}	0.06	6.51 ^{z ab}	6.56 ^{z ab}	0.06
45	6.43 ^{z c}	6.48 ^{z c}	0.07	6.45 ^{z b}	6.52 ^{z b}	0.05
60 (1h)	6.40 ^{z c}	6.44 ^{z c}	0.06	6.40 ^{z bc}	6.51 ^{z b}	0.05
120 (2h)	6.32 ^{z c}	6.39 ^{z c}	0.07	6.34 ^{z c}	6.46 ^{z b}	0.05
180 (3h)	6.19 ^{z c}	6.40 ^{z c}	0.09	6.22 ^{z cd}	6.31 ^{z c}	0.04
240 (4h)	6.12 ^{z d}	6.25 ^{z d}	0.07	6.13 ^{z d}	6.26 ^{z cd}	0.05
300 (5h)	6.09 ^{z d}	6.20 ^{z d}	0.07	6.07 ^{z de}	6.21 ^{z d}	0.05
360 (6h)	6.08 ^{z d}	6.19 ^{z d}	0.08	6.04 ^{z de}	6.19 ^{z d}	0.05
420 (7h)	6.08 ^{z d}	6.21 ^{z d}	0.08	6.02 ^{z e}	6.17 ^{z d}	0.05
480 (8h)	6.10 ^{z d}	6.21 ^{z d}	0.08	6.02 ^{z e}	6.16 ^{z d}	0.05
540 (9h)	6.10 ^{z d}	6.22 ^{z d}	0.08	6.01 ^{z e}	6.16 ^{z d}	0.05
600 (10h)	6.12 ^{z d}	6.21 ^{z d}	0.07	6.05 ^{z de}	6.15 ^{z d}	0.04
660 (11h)	6.14 ^{z d}	6.22 ^{z d}	0.07	6.04 ^{z de}	6.14 ^{z d}	0.05
720 (12h)	6.17 ^{z d}	6.20 ^{z d}	0.07	6.10 ^{z de}	6.19 ^{z d}	0.05
900 (15h)	6.17 ^{z d}	6.23 ^{z d}	0.08	6.12 ^{z d}	6.21 ^{z d}	0.05
1080(18h)	6.17 ^{z d}	6.19 ^{z d}	0.09	5.98 ^{z e}	6.13 ^{z d}	0.05
1260(21h)	6.19 ^{z d}	6.21 ^{z d}	0.08	6.05 ^{z de}	6.17 ^{z d}	0.04
1440(24h)	6.27 ^{z d}	6.23 ^{z d}	0.08	6.11 ^{z de}	6.19 ^{z d}	0.04
EEM	0.02	0.03		0.02	0.02	

^{a-e} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

El pH en el *psaos major* de las hembras de 3 meses inicia en 6.56, notando una caída de pH gradual y significativa hasta las 4 horas. A partir de este tiempo, el valor del pH, que es en torno a 6.13, se mantiene constante hasta las 24 horas.

Mientras, en el *psaos major* de las hembras de 12 meses el pH inicia 6.63, evidenciando una caída de pH gradual y significativa hasta las 5 horas, con un pH de 6.21, manteniéndose constante hasta las 24 horas, finalizando con un pH de 6.19.

No existen diferencias debidas a la edad en el grupo de hembras para este músculo en ninguno de los tiempos medidos, a diferencia del LD, QF y TB, tal como se observa en la figura 31.

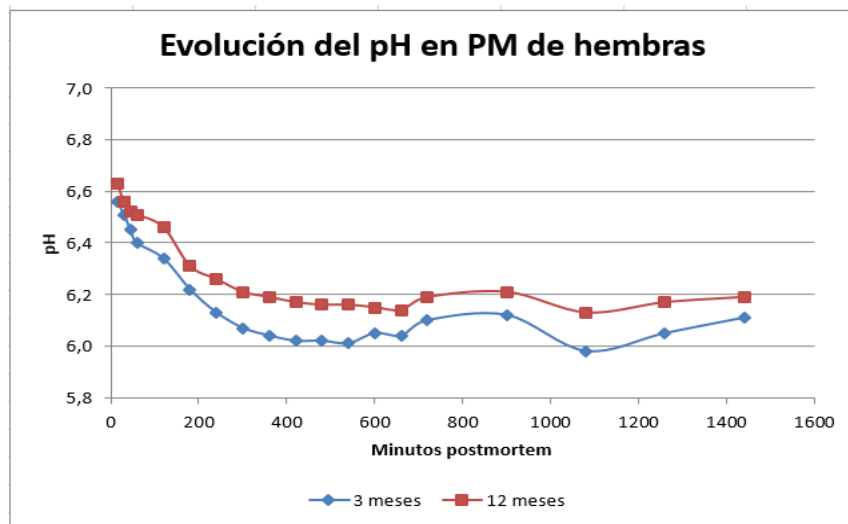


Figura 31. Evolución del pH en el músculo *psaos major* (PM) de los cuyes hembras de 3 y 12 meses de edad, desde el sacrificio a las 24 horas postmortem.

5.1.5. Evolución del pH con una comparación entre músculos

Para realizar esta comparación se tomaron en cuenta los cuatro músculos representativos *longissimus dorsi*, *quadriceps femori*, *triceps brachii*, *psaos major*. Sin tomar en cuenta el sexo solamente serán diferenciados por la edad.

a. Comparación entre músculos de animales de 3 meses

En la tabla 14 se encuentran resumidos los resultados de la comparación entre los cuatro músculos en cada tiempo de medida del pH, en el grupo de animales de 3 meses sin diferenciar el sexo.

El LD inicia con un pH superior al resto (6.78), seguido por el TB y finalmente por el QF y PM, teniendo estos dos últimos valores sin diferencias estadísticas. A medida que evoluciona el pH, a la segunda hora el LD sigue siendo superior, pero sin diferencias con el PM, lo que significa que la velocidad de bajada del pH en el PM es más lenta que la del resto. Tras dos horas, LD, QF y TB tienen pH similares y se mantienen en esta postura hasta las 24 horas. Tal y como se

observa en la figura 40, a la hora postmortem los 4 músculos tienen unos valores de pH similar y a partir de esta hora se nota una diferencia notable en el músculo *psoas major* teniendo valores más altos que los demás. Se podría notar esta diferencia a que éste es un músculo que no tiene mucha actividad, por lo que las reservas de glucógeno son más pequeñas, y por tanto no hay mucha presencia de ácido láctico durante la carnización.

Tabla 14. Comparación de los músculos *longissimus dorsi* (LD), *quadriceps femori* (QF), *triceps brachii* (TB) y *psoas major* (PM) en animales de 3 meses de edad.

3 meses						
Tiempo	LD	QF	TB	PM	EEM ¹	
15	6.78 ^a	6.64 ^c	6.67 ^b	6.57 ^c	0.03	
30	6.64 ^a	6.46 ^b	6.46 ^b	6.56 ^a	0.04	
45	6.51 ^a	6.39 ^b	6.34 ^b	6.44 ^{ab}	0.03	
60 (1h)	6.40 ^a	6.27 ^b	6.29 ^b	6.40 ^a	0.03	
120 (2h)	6.25 ^b	6.21 ^b	6.20 ^b	6.33 ^a	0.03	
180 (3h)	6.16 ^{ab}	6.15 ^{ab}	6.11 ^b	6.20 ^a	0.03	
240 (4h)	6.03 ^b	6.03 ^b	6.04 ^b	6.12 ^a	0.03	
300 (5h)	5.96 ^b	6.02 ^b	5.99 ^b	6.08 ^a	0.03	
360 (6h)	5.93 ^b	5.98 ^b	5.96 ^b	6.06 ^a	0.03	
420 (7h)	5.91 ^b	6.00 ^a	5.95 ^b	6.05 ^a	0.03	
480 (8h)	5.94 ^b	5.98 ^b	5.96 ^b	6.06 ^a	0.03	
540 (9h)	5.91 ^c	5.98 ^b	5.96 ^{bc}	6.06 ^a	0.03	
600 (10h)	5.95 ^b	5.99 ^b	5.98 ^b	6.09 ^a	0.03	
660 (11h)	5.95 ^b	5.99 ^b	5.99 ^b	6.09 ^a	0.03	
720 (12h)	5.97 ^c	6.05 ^b	6.00 ^{bc}	6.13 ^a	0.03	
900 (15h)	6.00 ^b	6.04 ^b	6.04 ^b	6.15 ^a	0.03	
1080(18h)	5.94 ^b	5.97 ^b	5.96 ^b	6.08 ^a	0.03	
1260(21h)	5.96 ^b	5.99 ^b	6.00 ^b	6.12 ^a	0.03	
1440(24h)	6.05 ^b	6.06 ^b	6.06 ^b	6.19 ^a	0.03	
EEM						

^{a-c} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

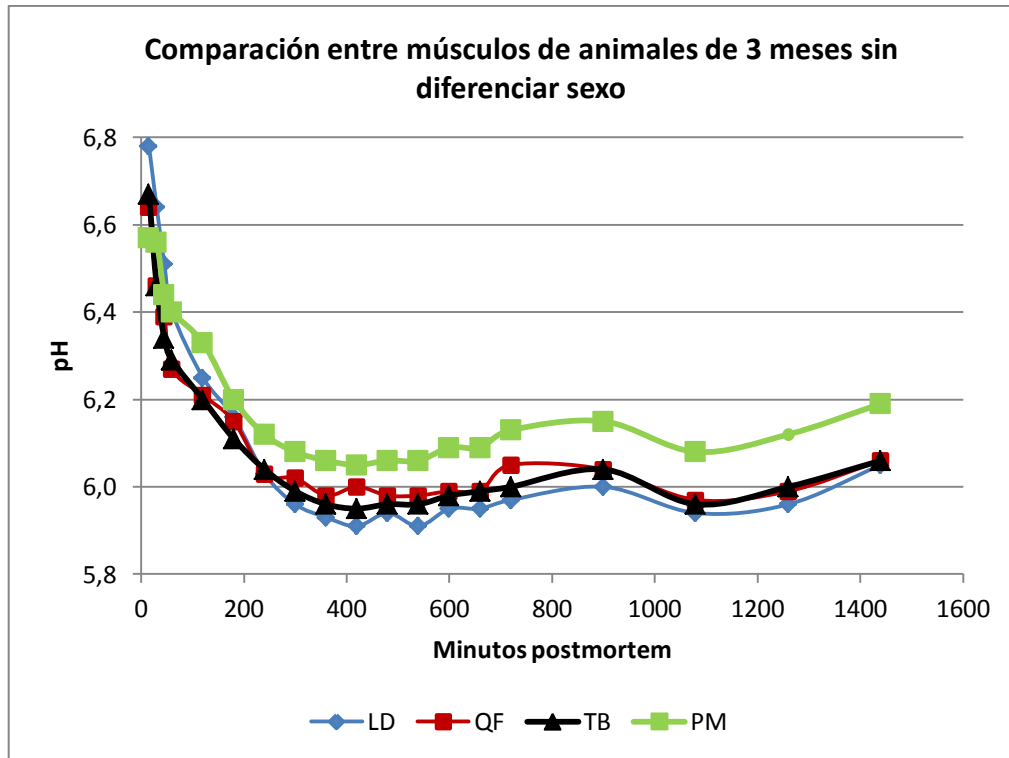


Figura 32. Comparación entre los músculos *longissimus dorsi* (LD) *quadriceps femori* (QF) *triceps brachii* (TB) y *psoas major* (PM) de animales de 3 meses.

b) Comparación entre músculos de animales de 12 meses.

En la tabla 15 se observa la evolución del pH realizando una comparación entre los cuatro músculos representativos en la canal del cuy durante 24 horas, en los animales de 12 meses de edad.

El pH de los músculos representativos en animales de 12 meses es más alto que en los cuyes de 3 meses. Notamos que también al inicio el LD tiene un valor superior que el resto, seguido por TB, QF y PM. Sin embargo, en estos animales existe una transición más gradual en cuanto a las diferencias. Las diferencias entre el PM y el resto sólo quedan bien evidentes a la hora 5 postmortem. Entre las 10 y 12 horas vuelve a no existir diferencias entre el PM y alguno de los músculos, pero a partir de entonces se vuelven a establecer las diferencias. En la figura 33 se observa de manera gráfica las diferencias entre las curvas.

Tabla 15. Comparación de los músculos *longissimus dorsi* (LD), *quadriceps femori* (QF), *triceps brachii* (TB) y *psaos major* (PM) en animales de 12 meses de edad.

Tiempo	12 meses					EEM ¹
	LD	QF	TB	PM		
15	6.99 ^a	6.80 ^b	6.88 ^{ab}	6.64 ^c	0.03	
30	6.75 ^a	6.59 ^b	6.63 ^b	6.54 ^b	0.03	
45	6.66 ^a	6.58 ^{ab}	6.47 ^b	6.50 ^b	0.03	
60 (1h)	6.57 ^a	6.49 ^b	6.50 ^b	6.47 ^b	0.02	
120 (2h)	6.47 ^a	6.36 ^b	6.30 ^b	6.43 ^{ab}	0.02	
180 (3h)	6.31 ^{ab}	6.26 ^{ab}	6.21 ^b	6.35 ^a	0.03	
240 (4h)	6.20 ^{ab}	6.16 ^b	6.11 ^b	6.26 ^a	0.03	
300 (5h)	6.12 ^b	6.12 ^b	6.08 ^b	6.20 ^a	0.03	
360 (6h)	6.10 ^b	6.10 ^b	6.07 ^b	6.19 ^a	0.03	
420 (7h)	6.10 ^b	6.10 ^b	6.07 ^b	6.19 ^a	0.03	
480 (8h)	6.10 ^b	6.10 ^b	6.08 ^b	6.18 ^a	0.03	
540 (9h)	6.10 ^b	6.13 ^b	6.10 ^b	6.19 ^a	0.03	
600 (10h)	6.10 ^a	6.12 ^a	6.10 ^a	6.18 ^a	0.03	
660 (11h)	6.09 ^b	6.12 ^{ab}	6.08 ^b	6.18 ^a	0.03	
720 (12h)	6.09 ^b	6.14 ^{ab}	6.11 ^b	6.20 ^a	0.03	
900 (15h)	6.09 ^b	6.13 ^b	6.13 ^b	6.22 ^a	0.03	
1080(18h)	6.01 ^b	6.07 ^b	6.04 ^b	6.15 ^a	0.04	
1260(21h)	6.08 ^b	6.09 ^b	6.09 ^b	6.19 ^a	0.04	
1440(24h)	6.08 ^b	6.11 ^b	6.09 ^b	6.21 ^a	0.03	
EEM						

^{a-b} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

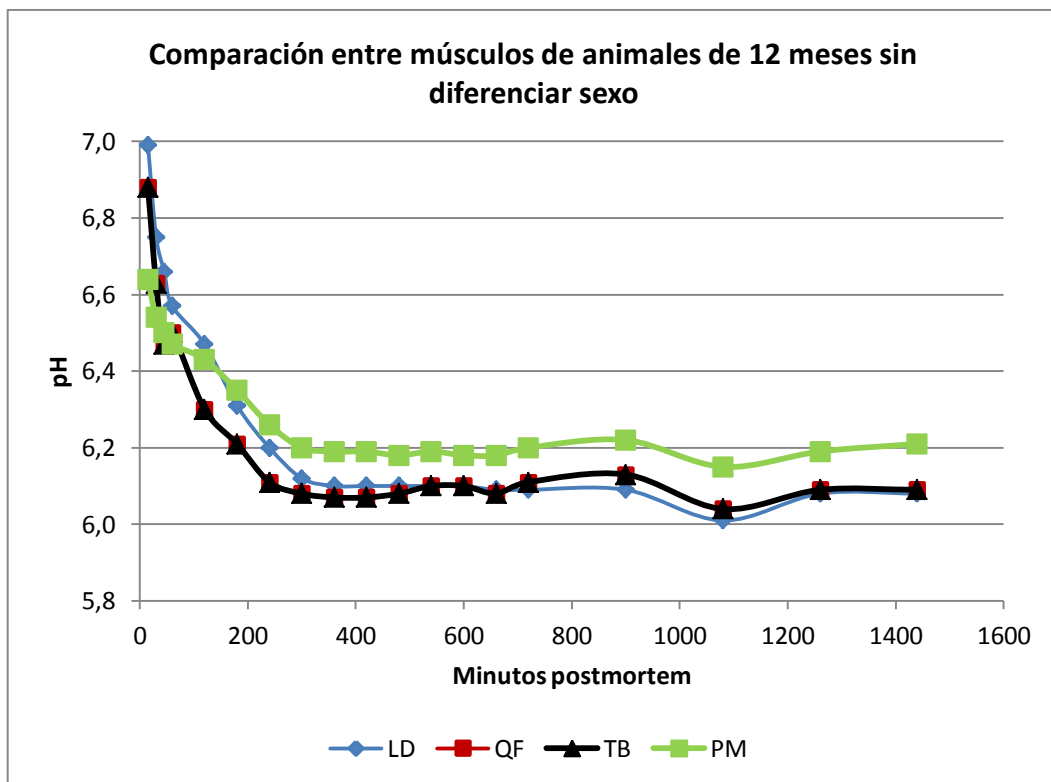


Figura 33. Comparación entre los músculos *longissimus dorsi* (LD) *quadriceps femori* (QF) *triceps brachii* (TB), *psoas major* (PM) de animales de 12 meses.

5.2. Establecimiento y resolución del *rigor mortis*

En la tabla 16 se encuentran los tiempos medios a los cuales aparece y desaparece el *rigor mortis* en toda la canal. El tiempo medio al que aparece el *rigor mortis* en las hembras de 3 meses es de 5:20h, mientras que en las de 12 meses es de 5 horas. En machos, tanto de 3 como de 12 meses, el tiempo al que aparece el rigor mortis es de 4:50 horas. El mayor tiempo al que se establece el rigor mortis en las hembras de 3 meses puede estar relacionado con el menor pH al que llegan, puesto que seguramente presentaban mayores reservas de glucógeno, que se convirtió en ácido láctico (a mayor cantidad, más baja el pH en el músculo), y más tarda en llegar a la rigidez cadavérica.

Tabla 16. Tiempos medios de instauración y resolución del *rigor mortis* en los animales machos de 3 meses, machos de 12 meses, hembras de 3 meses y hembras de 12 meses.

Ítem	Machos		Hembras	
	3 meses	12 meses	3 meses	12 meses
Instauración	4:50	4:50	5:20	5:00
Resolución	12-15 h	12-15 h	12-15 h	12-15 h

En todos los animales, El tiempo al que aparece el *rigor mortis* es a las 5 horas después del sacrificio, el tiempo que dura el *rigor mortis* es de 10 horas, resolviéndose la misma a las 15 horas. Éstos resultados se dan por observación y características propias de la canal durante el proceso de *rigor mortis*.

5.3. Pérdidas por cocinado

Se realizó la comparación entre músculos y posteriormente se podrán visualizar en las tablas y figuras combinando sexo y edad para finalmente encontrar las Pérdidas por Cocinado con el efecto de la edad.

En las tablas 17, 18 y 19 se resumen los resultados de las pérdidas por cocinado (PPC) de 10 músculos representativos de la canal de cuy. Los resultados se dividen y se explicarán de la siguiente manera:

- Primero se presentarán los resultados de las PPC de los animales agrupados por edad, sin diferenciar el sexo.
- La siguiente tabla resume los resultados de las PPC en los animales primero agrupados por sexo, y dentro de cada grupo se busca el efecto de la edad.
- Y la última tabla de PPC presenta los resultados de los animales agrupados por edad, y se busca el efecto del sexo dentro de cada grupo.

a. Comparación entre músculos por grupos de edad

En la tabla 17 se resumen las medias de las pérdidas por cocinado en los animales, evaluando el efecto de la edad sin diferenciar el sexo. Al mismo tiempo se analizan las diferencias entre músculos para cada grupo de edad.

En la figura 34 se presenta gráficamente el efecto del músculo en las PPC en los cuyes de 3 meses de edad. Como se puede observar, el músculo *gracilis* y el *triceps brachii* tienen las mayores PPC, seguidos del *psaos major* y el *semimembranosus*, luego el *gluteus maximus*, *semitendinosus* y *longissimus dorsi*, y finalmente las menores PPC las tienen los músculos *biceps femori*, *quadriceps* y *gastrocnemio*. Siendo el LD el músculo de referencia en el resto de las especies animales para los análisis tecnológicos de la carne, en el caso de cuyes de 3 meses, el *gluteus maximus* y *semitendinosus* podrían ser equivalentes.

Tabla 17. Pérdidas por cocinado de 10 músculos del cuy y efecto de la edad sin diferenciar el sexo.

Edad (meses)	BF	QF	GAST	GLUT	GRAC	LD	PM	SM	ST	TB	EEM
3	19.76 ^{y d}	19.06 ^{z d}	20.27 ^{z d}	22.94 ^{z c}	28.92 ^{y a}	23.05 ^{z c}	26.09 ^{z b}	26.06 ^{z b}	23.88 ^{y c}	28.24 ^{z a}	0.35
12	26.82 ^{z cd}	24.32 ^{y d}	27.44 ^{y c}	25.40 ^{z d}	33.44 ^{z a}	25.54 ^{z cd}	27.89 ^{z bc}	26.48 ^{z cd}	28.34 ^{z bc}	29.61 ^{z b}	0.33
EEM	0.72	0.77	0.78	0.76	0.65	0.63	0.63	0.73	0.60	0.86	

BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psaos major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB)

^{a-d} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

Tabla 18. Pérdidas por cocinado de 10 músculos del cuy y efecto de la edad (3 y 12 meses) en animales agrupados por sexo (M: machos; H: hembras).

Sexo	Edad	BF	QF	GAST	GLUT	GRAC	LD	PM	SM	ST	TB	EEM
Machos	3	20.38 ^{y c}	20.75 ^{z c}	20.78 ^{y c}	24.57 ^{z b}	30.22 ^{z a}	23.73 ^{z bc}	26.40 ^{z b}	26.32 ^{z b}	23.82 ^{y bc}	29.93 ^{z a}	0.52
	12	27.31 ^{z bc}	24.37 ^{z c}	27.43 ^{z bc}	26.26 ^{z bc}	34.22 ^{z a}	26.35 ^{z bc}	27.77 ^{z b}	26.13 ^{z bc}	29.28 ^{z b}	28.44 ^{z b}	0.53
	EEM	1.10	1.05	1.08	1.34	0.83	0.77	0.88	1.29	0.98	1.52	
Hembras	3	19.02 ^{y cd}	17.06 ^{y d}	19.66 ^{y cd}	21.01 ^{y c}	27.38 ^{y a}	22.25 ^{z b}	25.71 ^{z b}	25.75 ^{z a}	23.96 ^{y b}	26.34 ^{y a}	0.44
	12	26.40 ^{z c}	24.28 ^{z d}	27.45 ^{z c}	24.67 ^{z d}	32.78 ^{z b}	24.86 ^{z a}	28.00 ^{z c}	26.78 ^{z c}	27.55 ^{z c}	30.60 ^{z b}	0.42
	EEM	0.97	1.13	1.14	0.68	0.98	1.00	0.92	0.72	0.70	0.89	

BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psaos major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB)

^{a-c} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

Tabla 19. Pérdidas por cocinado de 10 músculos del cuy y efecto del sexo (M: machos; H: hembras) en animales agrupados por edad (3 y 12 meses).

Edad	Sexo	BF	QF	GAST	GLUT	GRAC	LD	PM	SM	ST	TB	EEM
3	M	20.38 ^{z c}	20.75 ^{z c}	20.78 ^{z c}	24.57 ^{z bc}	30.22 ^{z a}	23.72 ^{z b}	26.40 ^{z b}	26.32 ^{z b}	23.82 ^{z b}	29.91 ^{z a}	0.52
	H	19.02 ^{z de}	17.06 ^{y e}	19.66 ^{z de}	21.01 ^{y d}	27.38 ^{z a}	22.25 ^{z b}	25.61 ^{z c}	25.75 ^{z a}	23.96 ^{z bc}	26.34 ^{y a}	0.44
	EEM	0.47	1.03	0.90	1.37	0.79	0.58	0.76	1.18	0.59	0.87	
12	M	27.31 ^{z bc}	24.37 ^{z c}	27.43 ^{z bc}	26.26 ^{z c}	34.22 ^{z a}	26.35 ^{z bc}	27.77 ^{z bc}	26.13 ^{z c}	29.28 ^{z b}	28.44 ^{z bc}	0.53
	H	26.40 ^{z c}	24.28 ^{z d}	27.45 ^{z c}	24.67 ^{z d}	32.78 ^{z b}	24.86 ^{z a}	28.00 ^{z c}	26.78 ^{z c}	27.55 ^{z c}	30.60 ^{z b}	0.42
	EEM	0.91	0.86	0.73	0.62	0.81	1.06	0.98	0.90	0.83	1.47	

BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psaos major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB)

^{a-e} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

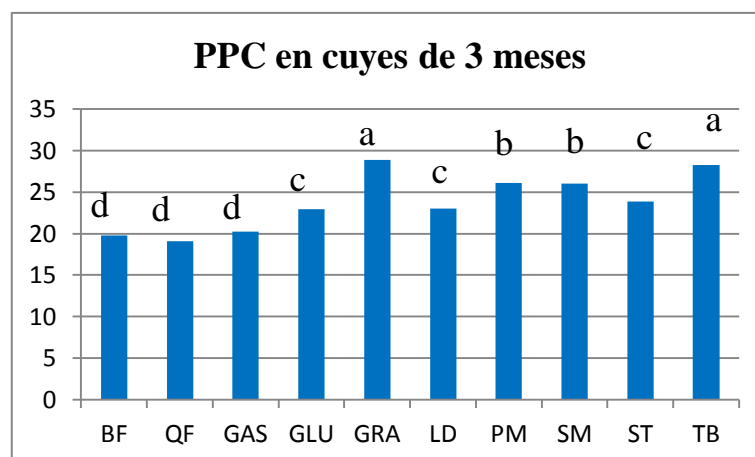


Figura 34. Pérdidas por Cocinado (PPC) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psoas major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes de 3 meses.

En el caso de los cuyes de 12 meses, tal y como se presenta en la figura 35, el músculo con mayor PPC es el *gracilis*, seguido por el *triceps brachii*, *semitendinosus*, *psoas major*, *gastrocnemio*, y finalmente el *semitendinosus*, *biceps femori*, *longissimus dorsi*, *gluteus maximus* y *quadriceps femori*. En este caso, siendo el *longissimus dorsi* el músculo de referencia, se podrían tomar, en el caso de cuyes de 12 meses, los músculos *semitendinosus*, *biceps femori*, *gluteus maximus* y *quadriceps femori* como equivalentes.

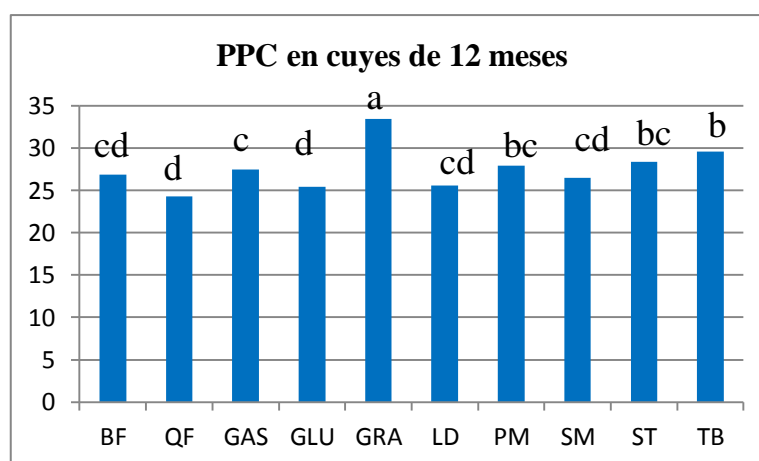


Figura 35. Pérdidas por Cocinado (PPC) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psoas major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes de 12 meses.

b. Comparación del grupo de 10 músculos en machos y hembras, 3 y 12 meses de edad.

En primer lugar se analizaron las PPC en cada uno de los grupos por separado (machos o hembras, 3 o 12 meses de edad), para evaluar el efecto músculo.

En la figura 36 se presentan las PPC de cuyes machos de 3 meses de edad.

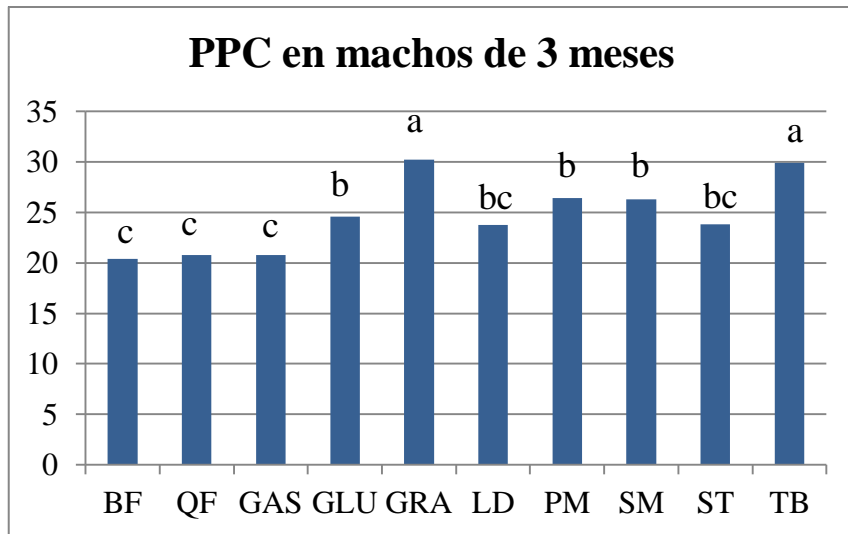


Figura 36. Pérdidas por Cocinado (PPC) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psoas major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes machos de 3 meses.

En los machos de 3 meses de edad, los músculos que presentan mayor pérdida tras el cocinado son el *gracilis* (30,2%) y el *triceps brachii* (29,6%). Los que tuvieron menor pérdida por cocinado fueron el *biceps femori* (20,38%), el *quadriceps femori* (20,75%), *gastrocnemio* (20,8%), *semitendinosus* (23,8%) y el *longissimus dorsi* (23,7%). El resto de músculos tuvieron valores intermedios o compartidos con los anteriores. Teniendo en cuenta que el *longissimus dorsi* es el músculo de referencia, se podría decir que tanto el *gluteus maximus*, *quadriceps femori*, *gastrocnemio*, *semitendinosus*, podrían en este grupo de animales, ser equivalentes para esta prueba.

En la figura 37 se presentan las PPC de los machos de 12 meses de edad. En los machos de 12 meses de edad, los músculos que presentan mayor pérdida tras el cocinado son el *gracilis* (34,2%), *semitendinosus* (29,3%). Los que tuvieron menor pérdida por cocinado fueron el *quadriceps femori* (27,31%), *gluteus maximus* (26,3%), *longissimus dorsi* (26,4%) y el *semimembranosus* (26,1%). El resto de músculos tuvieron valores intermedios o compartidos con los anteriores. Teniendo en cuenta que el *longissimus dorsi* es el músculo de referencia, se podría decir que tanto el *quadriceps femori*, *gluteus maximus*, y el *semimembranosus*, podrían en este grupo de animales, ser equivalentes para esta prueba.

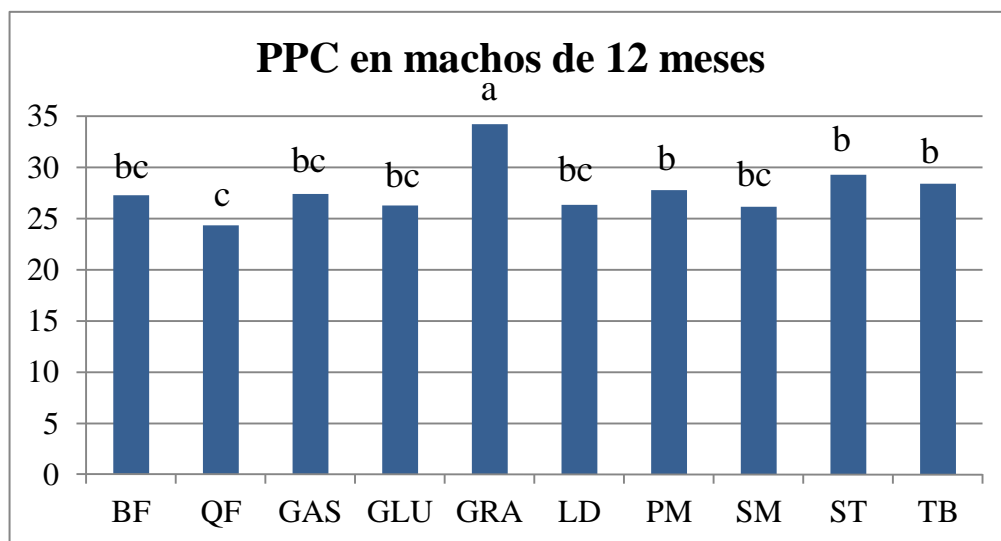


Figura 37. Pérdidas por Cocinado (PPC) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psoas major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyos machos de 12 meses.

En la figura 38 se presentan las comparaciones entre músculos de las hembras de 3 meses de edad.

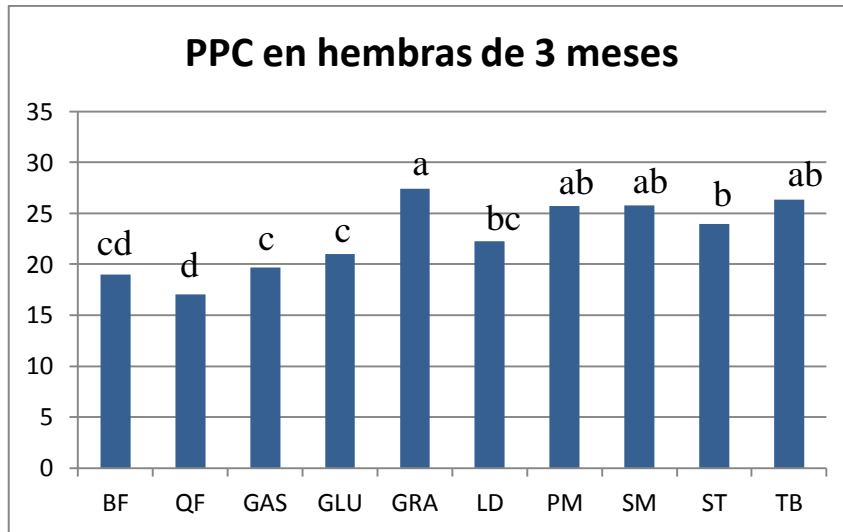


Figura 38. Pérdidas por Cocinado (PPC) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psoas major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes hembras de 3 meses

En las hembras de 3 meses de edad, los músculos que presentan mayor pérdida tras el cocinado son el *gracilis* (27,4%), *triceps brachii* (26,3%). Los que tuvieron menor pérdida por cocinado fueron el *biceps femori* (19,02%), *quadriceps femori* (17,06%), *gastrocnemio* (19,7%), *gluteus maximus* (21%), y el *longissimus dorsi* (22,3%). El resto de músculos tuvieron valores intermedios o compartidos con los anteriores. Teniendo en cuenta que el *longissimus dorsi* es el músculo de referencia, se podría decir que tanto el *biceps femori*, *quadriceps femori*, *gastrocnemio*, y el *gluteus maximus*, podrían en este grupo de animales, ser equivalentes para esta prueba.

En la figura 39 se presentan las PPC y comparación entre músculos de las hembras de 12 meses de edad.

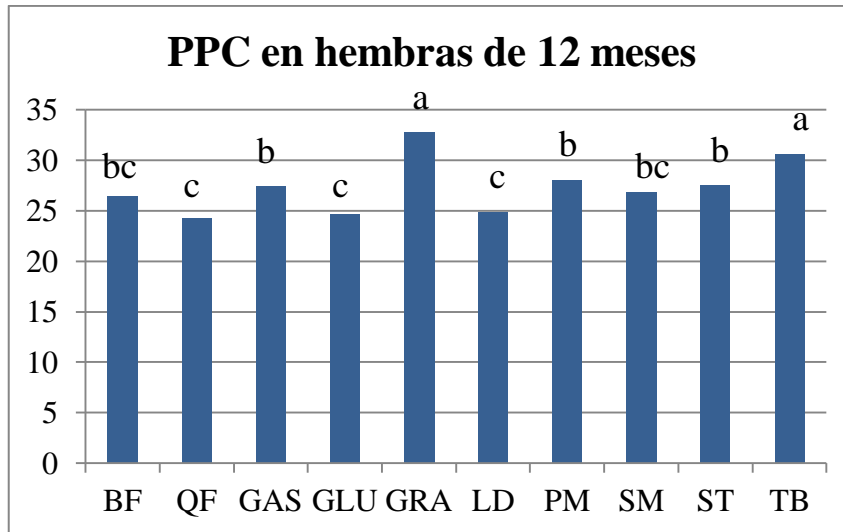


Figura 39. Pérdidas por Cocinado (PPC) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psoas major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes hembras de 12 meses.

En las hembras de 12 meses de edad los músculos que presentan mayor pérdida tras el cocinado son el *gracilis* (32,78%) y el *triceps brachii* (30,60%). Los que tuvieron menor pérdida por cocinado fueron el *gluteus maximus* (24,7), el *quadriceps femori* (24,28) y el *longissimus dorsi* (24,9). El resto de músculos tuvieron valores intermedios o compartidos con los anteriores. Teniendo en cuenta que el *longissimus dorsi* es el músculo de referencia, se podría decir que tanto el *gluteus maximus* como el *quadriceps femori*, podrían en este grupo de animales, ser equivalentes para esta prueba.

c. Efecto de la edad en los grupos de machos o hembras por separado.

En la tabla 18 se resumen las medias de las pérdidas por cocinado en los animales, evaluando el efecto de la edad dentro del grupo de los machos y de las hembras por separado.

En la figura 40 se expresa gráficamente las diferencias observadas entre los animales de 3 y 12 meses dentro del grupo de los machos.

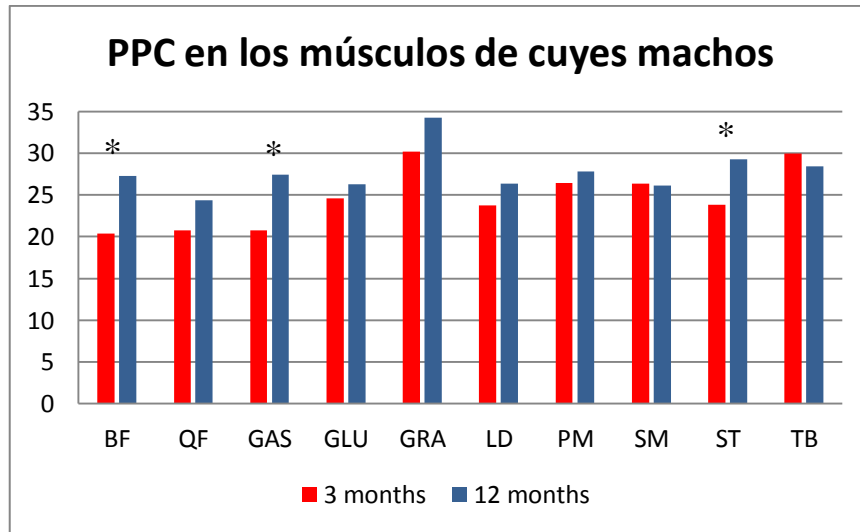


Figura 40. Pérdidas por Cocinado (PPC) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psoas major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes machos de 3 y 12 meses.

*= diferencias significativas con $P < 0.05$.

Dentro del grupo de los cuyes machos, cuando se comparan las pérdidas por cocinado del mismo músculo entre animales de 3 y 12 meses, se observan que para el *biceps femori*, *gastrocnemio* y *semitendinosus*, los animales de 3 meses respecto a los cuyes de 12 meses presentan diferencias significativas mientras que en la comparación entre el resto de músculo la diferencia es mínima.

En la figura 41 se presentan las comparaciones por edad en el grupo de las hembras. Dentro del grupo de los cuyes hembras, cuando se comparan las pérdidas por cocinado del mismo músculo entre animales de 3 y 12 meses, se observan que para el *biceps femori*, *quadriceps femori*, *gastrocnemio*, *gluteus maximus*, *gracilis*, *semitendinosus*, y el *triceps brachii* se encuentran diferencias significativas.

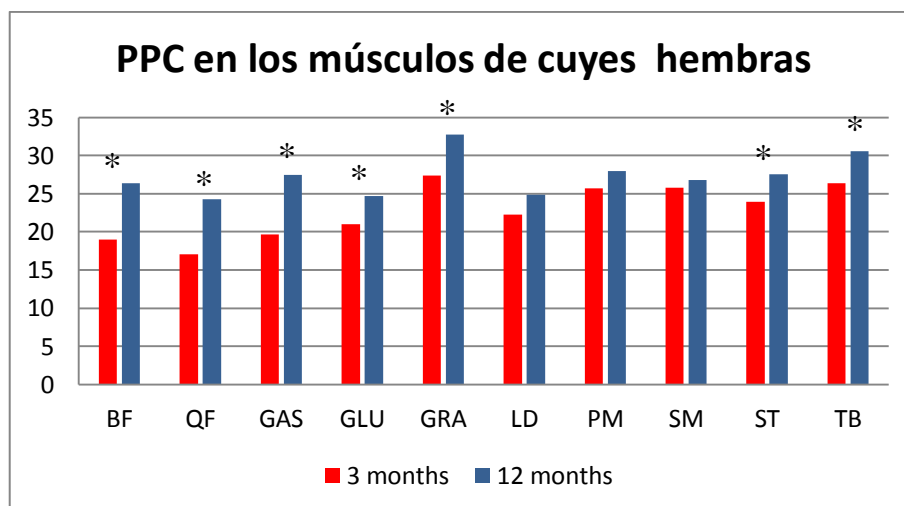


Figura 41. Pérdidas por Cocinado (PPC) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psoas major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes hembras de 3 y 12 meses.

d. Efecto del sexo en los grupos de 3 o 12 meses por separado.

En la tabla 19 se resumen los resultados de las pruebas de pérdidas por cocinado en los 10 músculos analizados, evidenciando el efecto del sexo en los grupos de animales de 3 o 12 meses de edad.

En la figura 42 se observa gráficamente los músculos donde se encuentran diferencias significativas por el sexo dentro del grupo de animales de 3 meses de edad.

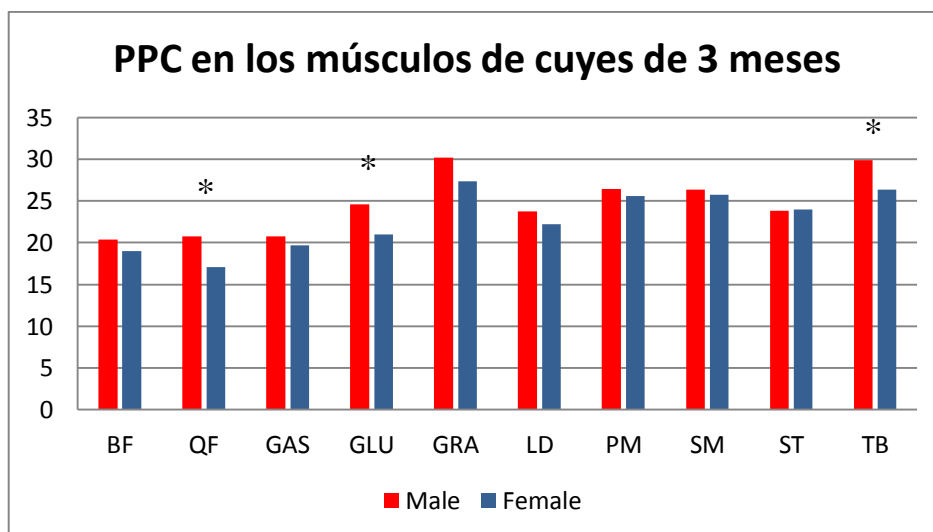


Figura 42. Pérdidas por Cocinado (PPC) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psoas major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes machos y hembras de 3 meses.

Dentro del grupo de los cuyes de 3 meses, cuando se comparan las pérdidas por cocinado del mismo músculo entre animales machos y hembras, se observan que para el *quadriceps femori*, *gluteus maximus*, y el *triceps brachii* presentan diferencias significativas.

En la figura 43 se presentan los músculos, comparando el sexo en el grupo de 12 meses de edad.

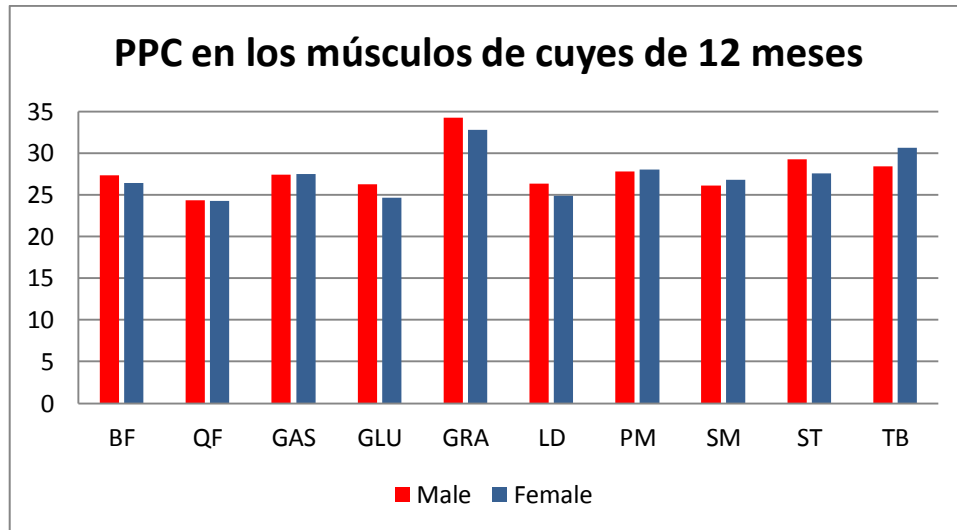


Figura 43. Pérdidas por Cocinado (PPC) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psoas major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes machos y hembras de 12 meses.

Dentro del grupo de los cuyes de 12 meses, cuando se comparan las pérdidas por cocinado del mismo músculo entre animales machos y hembras, no se observa diferencias significativas en ningún músculo.

5.4. Capacidad de Retención de Agua

Se realizó la comparación entre músculos, posteriormente se podrán visualizar en las tablas y figuras combinando sexo y edad para finalmente encontrara la Capacidad de Retención de Agua con el efecto de la edad.

En las tablas 20, 21 y 22 se resumen los resultados de la capacidad de retención de agua (CRA) de 10 músculos representativos de la canal de cuy. Los resultados se dividen y se explicarán de la siguiente manera:

- Primero se presentarán los resultados de la CRA de los animales agrupados por edad, sin diferenciar sexo.
- La siguiente tabla resume los resultados de la CRA en los animales primero agrupados por sexo y dentro de cada grupo se busca el efecto de la edad.

- Y la última tabla de CRA presenta los resultados de los animales agrupados por edad y se busca el efecto del sexo dentro de cada grupo, se puede visualizar la comparación que se realiza entre los diez músculos del cuy, tomando como referencia las dos variables sexo y edad.

a. Comparación entre músculos por grupos de edad

En la tabla 20 se resume las medias de la capacidad de retención de agua en los animales evaluando el efecto de la edad sin diferenciar el sexo. Al mismo tiempo se analizan las diferencias entre músculos para cada grupo de edad.

En la figura 44 se presenta gráficamente el efecto del músculo en la CRA en los cuyes de 3 meses de edad. Como se puede observar el músculo *gracilis* tiene la mayor CRA, seguidos por el *biceps femori*, *gluteus maximus*, *psaos major* y *triceps brachii*, posteriormente el *semimembranosus*, *semitendinosus* y *longissimus dorsi* y finalmente las menores CRA tienen los músculos *quadriceps femori* y *gastrocnemio*. Siendo el *longissimus dorsi* el músculo de referencia en especies animales para los análisis tecnológicos de la carne, en el caso de los cuyes de 3 meses los músculos *semimembranosus* y *semitendinosus* podrían ser equivalentes.

Tabla 20. Capacidad de Retención de Agua de 10 músculos del cuy y efecto de la edad sin diferenciar el sexo

Edad	BF	QF	GAST	GLUT	GRAC	LD	PM	SM	ST	TB	EEM
3	25.14 ^{z b}	22.50 ^{z c}	20.71 ^{z c}	25.76 ^{z ab}	27.60 ^{z a}	23.26 ^{z bc}	26.80 ^{z ab}	24.07 ^{z bc}	23.77 ^{z bc}	27.16 ^{z ab}	0.38
12	27.48 ^{z b}	23.54 ^{z c}	22.08 ^{z c}	24.12 ^{z c}	30.59 ^{z a}	23.45 ^{z c}	29.21 ^{z ab}	23.69 ^{z c}	25.61 ^{z bc}	25.75 ^{z bc}	0.37
EEM	0.78	0.78	0.70	0.75	0.83	0.69	0.78	0.82	0.76	0.92	

BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psaos major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB)

^{a-c} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

Tabla 21. Capacidad de Retención Agua de 10 músculos del cuy y efecto de la edad (3 y 12 meses) en animales agrupados por sexo (M: machos; H:hembras)

Sexo	Edad	BF	QF	GAST	GLUT	GRAC	LD	PM	SM	ST	TB	EEM
Machos	3	24.58 ^{z ab}	21.41 ^{z b}	21.10 ^{z b}	25.22 ^{z ab}	26.94 ^{z a}	22.79 ^{z b}	26.05 ^{y ab}	23.46 ^{z b}	23.83 ^{z b}	26.21 ^{z ab}	0.57
	12	26.75 ^{z b}	23.24 ^{z c}	22.18 ^{z c}	25.76 ^{z bc}	30.72 ^{z a}	24.54 ^{z bc}	31.62 ^{z a}	23.73 ^{z bc}	26.43 ^{z bc}	25.85 ^{z bc}	0.49
	EEM	1.06	0.95	0.88	1.31	1.27	1.07	1.21	1.15	1.09	1.40	
Hembras	3	25.81 ^{z ab}	23.77 ^{z b}	20.25 ^{z b}	26.40 ^{z ab}	28.38 ^{z a}	23.82 ^{z b}	27.70 ^{z a}	24.79 ^{z ab}	23.69 ^{z b}	28.20 ^{z a}	0.47
	12	28.10 ^{z ab}	23.73 ^{z bc}	22.00 ^{z c}	22.74 ^{z bc}	30.48 ^{z a}	22.53 ^{z bc}	27.17 ^{z ab}	23.66 ^{z bc}	24.91 ^{z bc}	25.67 ^{z b}	0.55
	EEM	1.14	1.22	1.10	0.76	1.11	0.90	1.00	1.18	1.09	1.23	

BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psaos major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB)

^{a-c} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

¹ Error estándar de la media.

Tabla 22. Capacidad de Retención de Agua de 10 músculos del cuy y efecto del sexo (M: machos; H:hembra) en animales agrupados por edad (3 y 12 meses).

Edad	Sexo	BF	QF	GAST	GLUT	GRAC	LD	PM	SM	ST	TB	EEM
3	M	24.58 ^{z ab}	21.41 ^{z b}	21.10 ^{z b}	25.22 ^{z ab}	26.94 ^{z a}	22.79 ^{z b}	26.05 ^{z ab}	23.46 ^{z b}	23.83 ^{z b}	26.19 ^{z ab}	0.57
	H	25.81 ^{z ab}	23.79 ^{z b}	20.25 ^{z c}	26.40 ^{z ab}	28.38 ^{z a}	23.82 ^{z b}	27.70 ^{z ab}	24.79 ^{z b}	23.69 ^{z b}	28.20 ^{z ab}	0.47
	EEM	1.07	1.04	0.91	1.21	1.09	1.02	1.23	1.11	0.93	1.58	
12	M	26.75 ^{z b}	23.22 ^{z bc}	22.18 ^{z c}	25.76 ^{z bc}	30.72 ^{z a}	24.55 ^{z bc}	31.62 ^{z ab}	23.73 ^{z bc}	26.43 ^{z b}	25.85 ^{z bc}	0.49
	H	28.10 ^{z ab}	23.73 ^{z bc}	22.00 ^{z c}	22.74 ^{z bc}	30.48 ^{z a}	22.53 ^{z bc}	27.17 ^{y ab}	23.66 ^{z bc}	24.91 ^{z bc}	25.67 ^{z b}	0.55
	EEM	1.10	1.18	1.05	0.89	1.21	0.95	0.92	1.22	1.20	0.98	

BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psaos major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB)

^{a-c} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente (P<0.05).

^{z-y} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente (P<0.05).

1 Error estándar de la media.

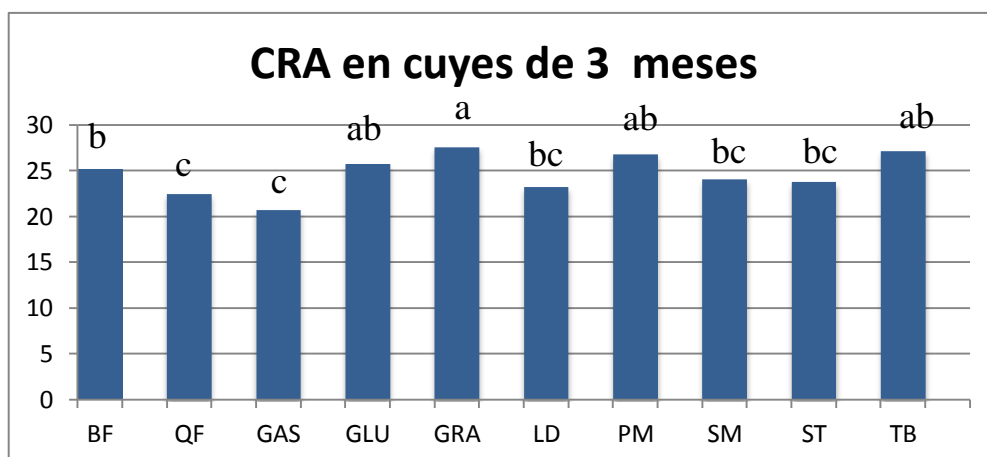


Figura 44. Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psoas major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes de 3 meses.

En el caso de los cuyes de 12 meses tal y como se presenta el figura 45, el músculo con mayor CRA es el *gracilis*, seguidos por el *psoas major*, *biceps femori*, *semitendinosus*, *triceps brachii* y finalmente el *quadriceps femori*, *gastrocnemio*, *gluteus maximus*, *longissimus dorsi* y *semimembranosus*. En este caso siendo el *longissimus dorsi* el músculo de referencia se podría tomar en los cuyes de 12 meses los músculos *gluteus maximus*, *gastrocnemio*, *quadriceps femori* y *semimembranosus* como equivalentes.

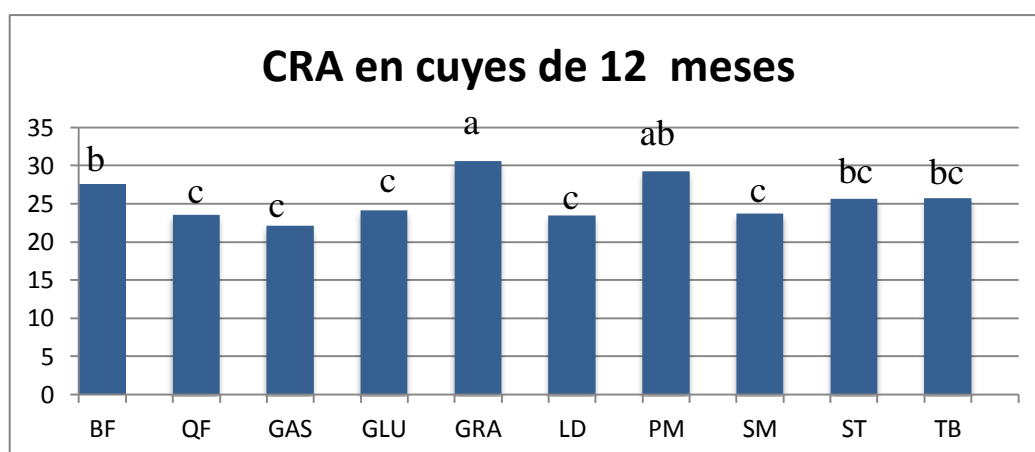


Figura 45. Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psoas major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes de 12 meses.

b. Comparación del grupo de 10 músculos en machos y hembras, 3 y 12 meses de edad.

En primer lugar se analizaron las CRA en cada uno de los grupos por separado (machos y hembras, 3 y 12 meses de edad), para evaluar el efecto músculo.

En la figura 46 se presentan la CRA de cuyes machos de 3 meses de edad.

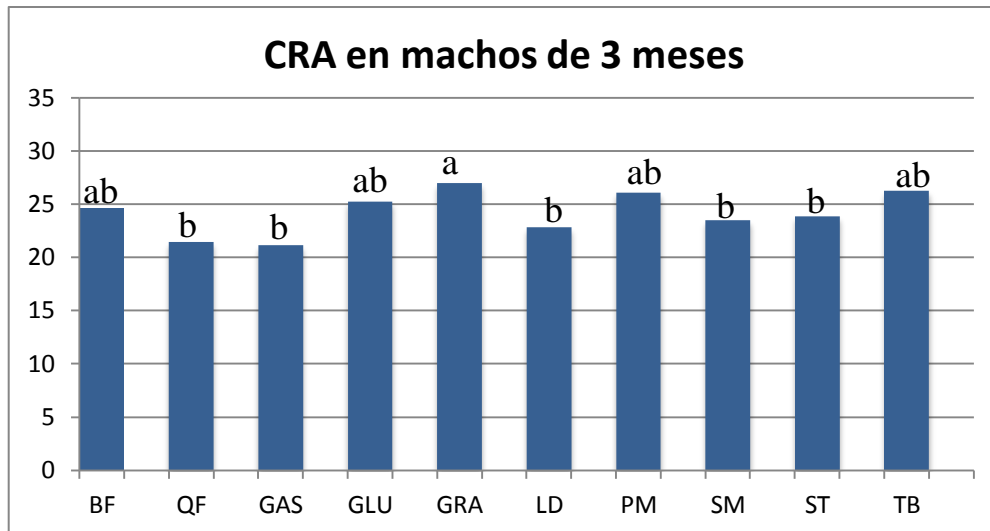


Figura 46. Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF), *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psaos major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes machos de 3 meses.

En los machos de 3 meses de edad el músculo que presenta mayor CRA es el *gracilis*, posteriormente *biceps femori*, *psaos major*, *triceps brachii* y finalmente los que tienen menos CRA son los músculos *quadriceps femori*, *gastrocnemio*, *longissimus dorsi*, *semimembranosus* y *semitendinosus*. Teniendo en cuenta que el *longissimus dorsi* es el músculo de referencia para pruebas tecnológicas en otros animales en este caso se podría utilizar el *quadriceps femori*, *gastrocnemio*, *semitendinosus* y *semimembranosus* en cuyes machos de 3 meses.

En la figura 55 de los machos de 12 meses de edad, los músculos con mayor CRA son el *gracilis* y el *psaos major*, seguidos por el *biceps femori*, *semitendinosus*, *semimembranosus*, *gluteus maximus*, *longissimus dorsi*, *triceps brachii* y finalmente el *quadriceps femori* y *gastrocnemio*. En este caso siendo el

longissimus dorsi el músculo de referencia se podría tomar en los cuyes de 12 meses los músculos *gluteus maximus*, *semitendinosus*, *semimembranosus* como equivalentes.

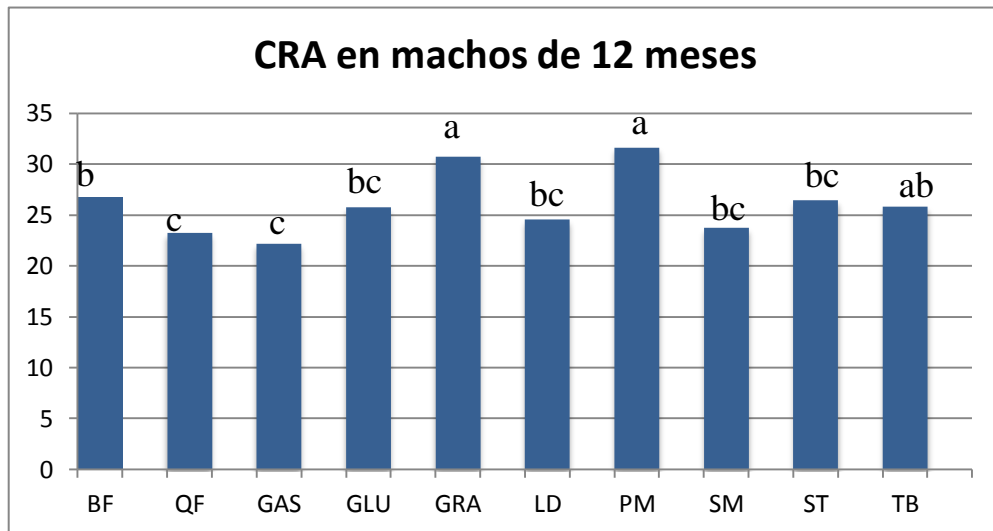


Figura 47. Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psaos major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes machos de 12 meses.

En la figura 48 se representa las comparaciones entre músculos de las hembras de 3 meses de edad.

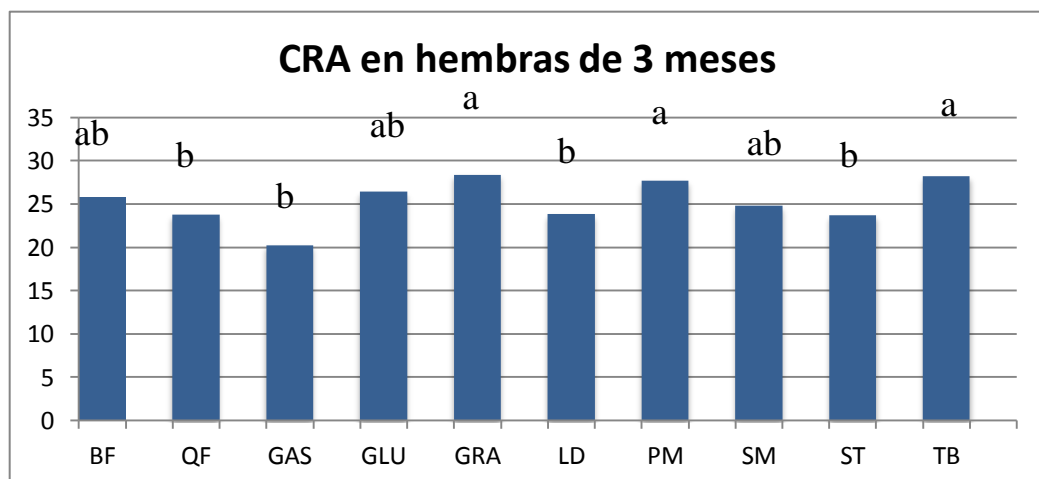


Figura 48. Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF) *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psaos major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes hembras de 3 meses.

En las hembras de 3 meses de edad, los músculos que presentan mayor pérdida tras aplicar la prueba CRA por presión son el *gracilis* (28,38%), *psaos major* (31,62%) y el *triceps brachii* (28,2%). Posteriormente se puede notar a los músculos *gluteus maximus*, *biceps femori* y *semimembranosus* y finalmente los músculos con menos CRA son *quadriceps femori*, *gastrocnemio* (20.25%), *longissimus dorsi* (23.82%) y *semitendinosus*. Teniendo en cuenta que el *longissimus dorsi* es el músculo de referencia para pruebas tecnológicas en otros animales, se podría decir que el *quadriceps femori*, *gastronemio* y *semimembranosus*, podrían en este grupo de animales, ser equivalente para esta prueba.

En la figura 49 se presenta la CRA entre músculos de las hembras de 12 meses de edad.

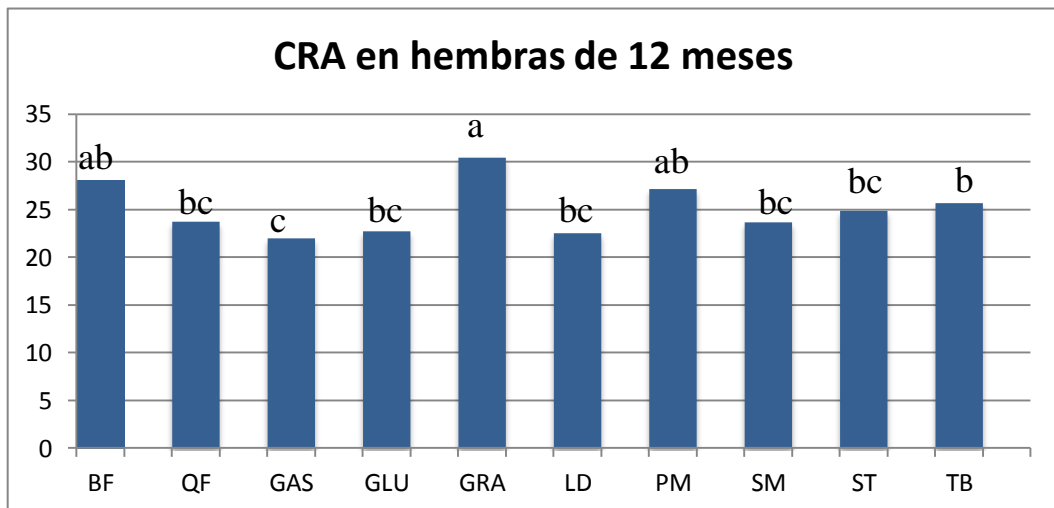


Figura 49. Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF), *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psaos major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyas hembras de 12 meses.

En las hembras de 12 meses de edad, el músculo que presenta mayor CRA por presión es el *gracilis* (30,48%). Posteriormente se puede notar los músculos *biceps femori*, *triceps brachii* y *psaos major*. Finalmente los músculos con menor CRA son el *quadriceps femori*, *gluteus maximus*, *longissimus dorsi* y *semimembranosus*. Teniendo en cuenta que el *longissimus dorsi* es el músculo de referencia, se podría decir que tanto el *quadriceps femori*, *gluteus maximus* y

semimembranosus podrían en este grupo de animales, ser equivalentes para esta prueba.

c. Efecto de la edad en los grupos de machos y hembras por separado

En la Tabla 21 se resume las medias de la CRA en los animales, evaluando el efecto de la edad dentro del grupo de los machos y de las hembras por separado.

En la figura 50 se expresa gráficamente las diferencias observadas entre los animales de 3 y 12 meses dentro del grupo de los machos.

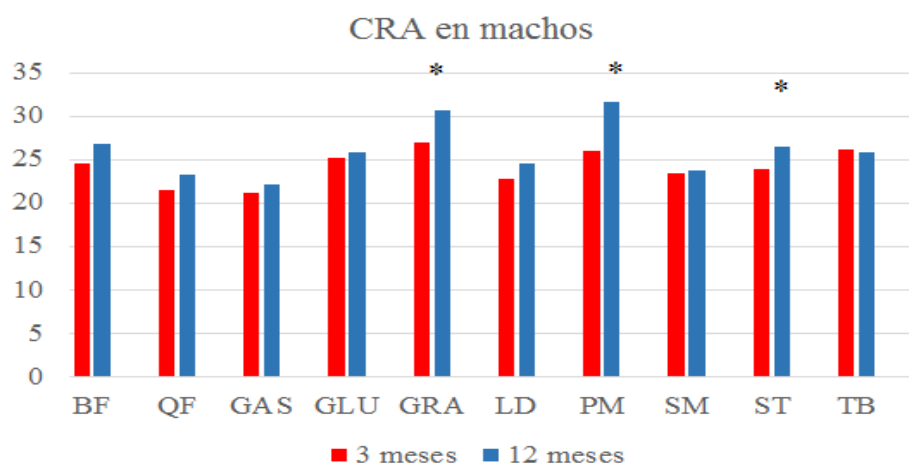


Figura 50. Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF), *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psaos major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes machos de 3 y 12 meses.

Dentro del grupo de los cuyes machos, cuando se compara la Capacidad de Retención de Agua del mismo músculo entre animales de 3 y 12 meses, se observa que en el *psaos major*, *gracilis* y *semitendinosus*, los animales de 3 meses respecto a los animales de 12 meses presentan diferencias significativas, mientras que en la comparación entre el resto de músculos la diferencia es mínima.

En la figura 51 se presenta las comparaciones por edad en el grupo de hembras.

Dentro del grupo de los cuyes hembras, cuando se compara la Capacidad de Retención de Agua del mismo músculo entre animales de 3 y 12 meses, se

observa que para el *biceps femori*, *gastrocnemio* y *triceps brachii*, presentan diferencias significativas. En el resto de músculos las diferencias son mínimas.

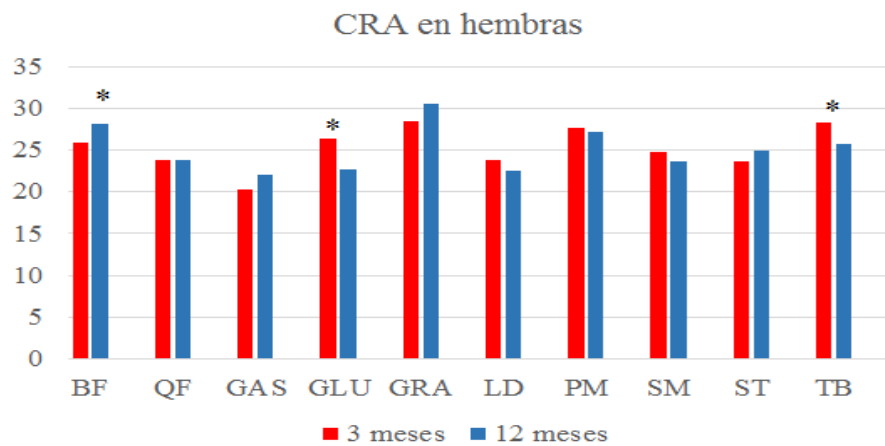


Figura 51. Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos BF (biceps femori), quadriceps femori (QF), gastrocnemio (GAS), gluteus (GLU), gracilis (GRA), longissimus dorsi (LD), psoas mayor (PM), semimembranosus (SM), semitendinosus (ST) y triceps brachii (TB) de cuyes hembras de 3 y 12 meses.

d. Efecto del sexo en los grupos de 3 y 12 meses por separado

En la tabla 22 se resume los resultados de las pruebas de CRA en los 10 músculos analizados, evidenciando el efecto del sexo en los grupos de animales de 3 y 12 meses de edad.

En la figura 52 se observa gráficamente los músculos donde se encuentran diferencias significativas por el sexo dentro del grupo de animales de 3 meses de edad.

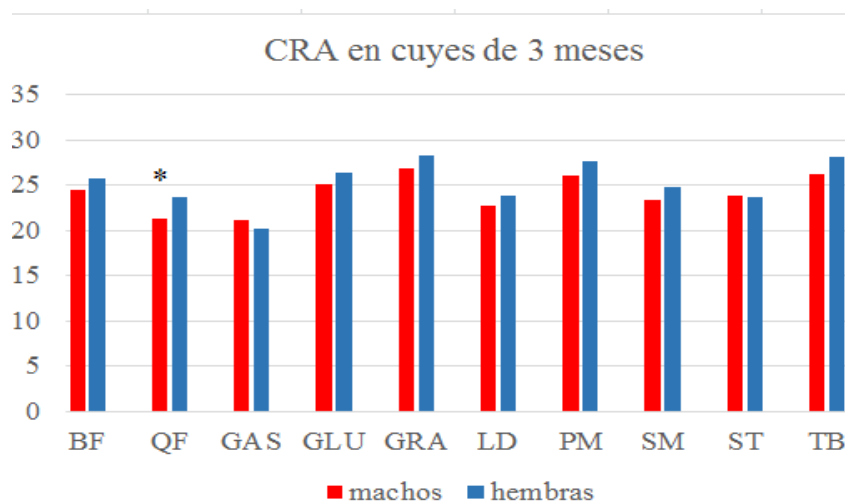


Figura 52. Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF), *gastrocnemio* (GAS), *gluteus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psaos major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes hembras y machos de 3 meses.

Dentro del grupo de los cuyes de 3 meses cuando se compara la Capacidad de Retención de Agua del mismo músculo entre animales machos y hembras, se observan que en este de grupo de animales se encuentran diferencias significativas para el *quadriceps femori*. Mientras que en el resto de músculos las diferencias son mínimas.

En la figura 53 se presenta los músculos, comparando el sexo en el grupo de animales de 12 meses de edad.

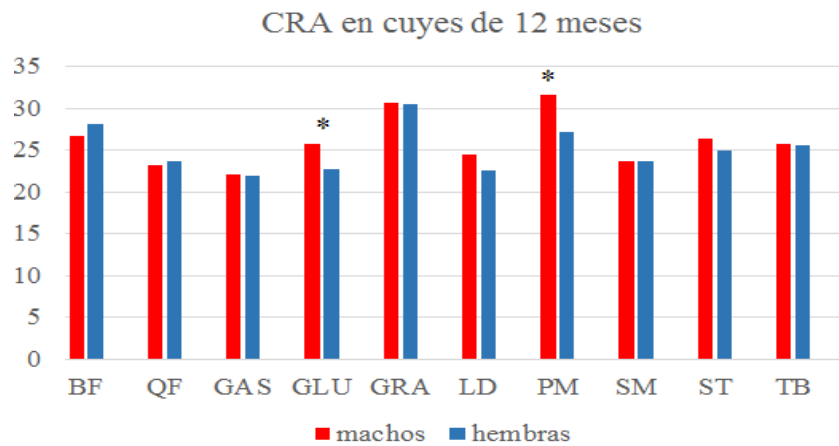


Figura 53. Capacidad de Retención de Agua (CRA) en los músculos BF (*biceps femori*), *quadriceps femori* (QF), *gastrocnemio* (GAS), *gluteus maximus* (GLU), *gracilis* (GRA), *longissimus dorsi* (LD), *psaos major* (PM), *semimembranosus* (SM), *semitendinosus* (ST) y *triceps brachii* (TB) de cuyes hembras y machos de 12 meses.

Dentro del grupo de los cuyes de 12 meses, cuando se compara la Capacidad de Retención de Agua del mismo músculo entre animales machos y hembras, se observa que para el *gluteus maximus* y *psaos major* entre machos y hembras existen diferencias significativas. El resto de músculos tienen diferencias mínimas.

6. DISCUSIÓN

6.1 Efecto de la edad sobre el pH

En este trabajo tal como se describió en la sección de resultados acerca del efecto de la edad sobre el pH, se encuentra que en el *longissimus dorsi* el pH a los 15 minutos tiene un valor de 6,82 y a las 24 horas un valor de 6,05 en cuyes de 3 meses, mientras que en el pH de cuyes de 12 meses a los 15 minutos el pH es de 6,99 y a las 24 horas con un valor de 6,08. Sin embargo, Mazzone et al (2003.) encontraron en conejos que el pH a los 15 minutos es de 6,88 y a las 24 horas en 5,79. En comparación con los cuyes, el pH inicia muy similar, mientras que el pH final alcanzado es superior al de los conejos. Franco et al. (2011) reportó para potros de 9 meses un pH 5,66 y para los animales de 12 meses un pH final de 5,62 a las 24 horas, mucho más bajo que el encontrado en este trabajo.

En el *quadriceps femori* el pH en cuyes de 3 meses a los 15 min es 6,68 y a las 24 horas 6,6; en los cuyes de 12 meses se evidencia el pH inicial es de 6,80 y a las 24 horas es de 6,11. Otros autores manifiestan en bovinos (Torrescano, et al 2003), el pH a las 24 horas 5,57 en este músculo, también muy inferior al encontrado en este trabajo.

Para el *triceps brachii* el pH en cuyes de 3 meses a los 15 minutos es 6,72 y a las 24 horas 6,06. En los animales de 12 meses el pH inicial es de 6,88 y a las 24 horas marca 6,09. Otros autores para el *triceps brachii* manifiestan que en potros este músculo tiene un pH final de 5,69 y en bovinos (Torrescano, et al 2003), su pH es 5,53 a las 24 horas. Al igual que para los dos músculos anteriores, el pH final en este músculo es muy inferior al encontrado en este trabajo.

En el *psaos major* el pH en cuyes de 3 meses inicia en 6.61 y a las 24 horas tiene un valor medio de 6.09. En animales de 12 meses el pH inicial es 6,64 y a las 24 horas su pH llega a 6,21. Sin embargo, Días et al. (2014) en corderos lactantes encontró en el *psaos major* el pH a los 15 minutos de 6.05 y a las 24 horas 5.67. Esto es, en cuyes el pH en este músculo inicia muy superior a otros animales, pero no baja demasiado.

La menor bajada del pH en los músculos de los cuyes puede estar relacionada con las reservas de glucógeno en el momento del sacrificio, las cuales parecen ser muy bajas, lo que se traduce en una menor producción de ácido láctico durante la carnización. Esta menor reserva de glucógeno puede tener que ver con que estos animales soy muy nerviosos, se asustan fácilmente y corren mucho en el momento de cogerlos para el sacrificio, lo que podría resultar en un gasto de las reservas energéticas de los músculos. Se ha observado que una descarga de adrenalina o ejercicio previo al sacrificio en cerdos resulta en una menor bajada de pH en el *músculo longissimus dorsi*. (Pedersen et al 2003).

6.2 Efecto del sexo sobre el pH

No se observó efecto en el pH por el sexo de los animales. Se tomaron en cuenta los músculos representativos. El *longissimus dorsi* (LD) en machos de 3 meses es de 6,8 y a las 24 horas es 6,12. En Machos de 12 meses el pH inicia en 6,98 y a las 24 horas es de 6,07. En las hembras de 3 meses el pH inicia en 6,82 y a las 24 horas es 5,97, mientras que en las hembras de 12 meses el pH inicial es 7 y a las 24 horas es 5,91. Otros autores manifiestan que en corderos (Vergara, et a 1999) el pH en machos a los 15 minutos es 6,26 y a las 24 horas 5,81 y en hembras a los 15 minutos el pH es 6,37 y a las 24 horas 5,80, sin diferencias entre ellos. En potros el pH en machos a las 24 horas es de 5,64 y en hembras a este mismo tiempo es 5,59 (Franco, et al 2011). No se evidencian diferencias significativas en este músculo entre machos y hembras. Por lo que podemos notar que según nuestra investigación y comparando con otros autores mencionados el pH en machos es mayor al de las hembras, pero sin diferencias estadísticas.

En el *quadriceps femori* en cuyes machos de 3 meses el pH inicia en 6,75 llegando a las 24 horas a 6,10; en machos de 12 meses el pH inicia en 6,79 y a las 24 horas es de 6,11. En las hembras de 3 meses el pH inicial es de 6,70 llegando a las 24 horas a un pH de 6,10 mientras que en hembras de 12 meses el pH inicia en 6,92 y a las 24 horas es 6,09. No se evidencian diferencias significativas en este músculo entre machos y hembras.

Para el *triceps brachii* pudimos evidenciar que el pH en machos de 3 meses inicia en 6,75 y a las 24 horas llega a 6,10; en machos de 12 meses el pH inicial es de 6,83 finalizando a las 24 horas en 6,08. Mientras que en las hembras de 3 meses el pH inicial es 6,68 llegando a las 24 horas a 6,10; en hembras de 12 meses el pH inicia en 6,92 y a las 24 horas es 6,09. No se evidencian diferencias significativas en este músculo entre machos y hembras.

En el *psoas major* de cuyes machos de 3 meses el pH inicia en 6,67 y alcanza el valor de 6,27 a las 24 horas, en machos de 12 meses el pH inicial es 6,65 y a las 24 horas es 6,23. El pH en hembras de 3 meses inicia en 6,56 y llega a 6 a las 24 horas, en hembras de 12 meses el pH inicial es 6,63 y a las 24 horas 6,19. No se evidencian diferencias significativas en este músculo entre machos y hembras.

Respecto al efecto del sexo en la evolución del pH no se encuentran investigaciones específicas por músculos diferenciados como es nuestro caso que se tomó el pH en el *quadriceps femori*, *triceps brachii* y *psoas major*.

6.3 Comparación entre músculos

6.3.1 Comparación entre músculos de animales de 3 meses

Como músculos principales en ésta investigación se tomaron el *longissimus dorsi* (LD), *quadriceps femori* (QF), *triceps brachii* (TB) y *psoas major* (PM) de animales de 3 y 12 meses. El pH a los 15 minutos en el LD 6.78, QF 6.64, TB 6.67, PM 6.57 y las 24 horas LD 6.05, QF 6.06, TB 6.06, PM 6.19. En bovinos, Torrescano et al (2003) manifiesta el pH a las 24 horas en el LD 5.49, QF 5.57, TB 5,53 y PM 5,58, siempre a pH finales muy inferiores a los encontrados en este trabajo para cuyes.

El mayor pH encontrado en este trabajo en el *psoas major* al final del periodo experimental está muy en concordancia con la afirmación de que es un músculo de poca actividad, por lo que las reservas de glucógeno en él son muy pequeñas. Como consecuencia, la producción de ácido láctico es muy limitada, lo que da un pH más alto en comparación con los otros músculos.

En la mayoría de autores consultados utilizan como músculo principal para medición de pH el músculo *longissimus dorsi*.

6.3.2 Comparación entre músculos de animales de 12 meses

Al igual que en los cuyes de 3 meses ésta comparación se realizó entre los cuatro músculos representativos en la canal del cuy durante 24 horas, en los animales de 12 meses de edad.

El pH de los músculos representativos en animales de 12 meses es más alto que en los cuyes de 3 meses. Notamos que también al inicio el LD tiene un valor superior que el resto, seguido por TB, QF y PM. Sin embargo, en estos animales existe una transición más gradual en cuanto a las diferencias. Las diferencias entre el PM y el resto sólo quedan bien evidentes a la hora 5 postmortem. Entre las 10 y 12 horas vuelve a no existir diferencias entre el PM y alguno de los músculos, pero a partir de entonces se vuelven a establecer las diferencias.

Según Torrescano (2003) el pH de los siguientes músculos sin diferenciar edad son: *gluteus* 5.42, *longissimus lumborum* 5.49, *semimembranosus* 5.50, *biceps femori* 5.52, *semitendinosus* 5.52, *triceps braqui* 5.53, *quadriceps braqui* 5.57, *psoas major* 5.58, *longissimus thoracis* 5.66. En comparación con los datos obtenidos en la investigación en las comparaciones de los músculos diferenciando edad los valores son más altos que en la investigación de Torrescano los cuales son datos obtenidos en bovinos.

6.4 Pérdidas por Cocinado (PPC)

6.4.1 Comparación entre músculos

Los músculos que tienen mayor pérdida tras el cocinado en machos de tres meses son el *gracilis* (30,2) y el *triceps brachii* (29,6), los músculos con menor pérdida son el *biceps femori* (20,38), *quadriceps femori* (20,75), *gastrocnemio* (20,8), *semitendinosus* (23,8) y el *longissimus dorsi* (23,7). En machos de 12 meses de edad los músculos con mayor pérdida tras cocinado son el *gracilis* (34,2) y *semitendinosus* (29,3), con menores pérdidas encontramos *quadriceps femori*

(27,31), *gluteus maximus* (26,3), *longissimus dorsi* (26,4) y el *semimembranosus* (26,1). Los animales de tres meses presentan menores pérdidas que los de 12 meses.

En hembras de 3 meses tras el cocinado los músculos con mayores pérdidas son el *gracilis* (27,4), *triceps brachii* (26,3), con menores pérdidas tenemos *biceps femori* (19,02), *quadriceps femori* (17,06), *gastrocnemio* (19,7), *gluteus maximus* (21) y el *longissimus dorsi* (22,3). En hembras de 12 meses los músculos con mayores pérdidas fueron *gracilis* (32,78) y el *triceps brachii* (30,60), con menores pérdidas tras el cocinado encontramos el *gluteus maximus* (24,7), *quadriceps femori* (24,28) y el *longissimus dorsi* (24,9). Los animales de tres meses presentan menores pérdidas que los cuyes de 12 meses.

Tomando como referencia el sexo, en las hembras de 3 meses presentan menores pérdidas significativas que los machos, entre animales de 12 meses no se observa diferencias significativas.

Según Safari et al 2011 se puede utilizar en cabras los siguientes músculos sin tomar como referencia la edad; *longissimus dorsi* (26,3), *psoas major* (25,4), *semimembranosus* (33,7), *semitendinosus* (26,1), *triceps brachii* (28,7). En potros (Lorenzo José M. et al 2013) manifiesta los siguientes datos: *longissimus dorsi* (19,25), *semimembranosus* (20,31), *semitendinosus* (17,25), *biceps femori* (17,20), *triceps brachii* (20,34) y *psoas major* (19,93).

No se encuentra mucha información sobre este tema ya que en varios autores consultados como Mazzone et al 2010, Franco et al 2011, Paci et al 2013, etc. Utilizan solamente el músculo *longissimus dorsi*, por ser un músculo representativo y de gran tamaño, en comparación con nuestra investigación se utilizaron 10 músculos para conocer si el *longissimus dorsi* se puede sustituir por otro músculo.

6.4.2. Efecto de la edad en animales agrupados por sexo

En los cuyes machos de 3 y 12 meses existe diferencias significativas en *biceps femori*, *gastrocnemio* y *semitendinosus*. En hembras de 3 y 12 meses en el *biceps femori*, *gluteus maximus*, *gracilis*, *semitendinosus* y *triceps brachii* se encuentran diferencias significativas.

Franco et al (2011) encuentra que en potros de 9 meses las PPC son de 17.61 y en animales de 12 meses son de 14.94. Tomando como referencia solamente el músculo *longissimus dorsi*.

6.4.3 Efecto del sexo en animales agrupados por edad

En los cuyes de 3 meses entre animales machos y hembras existen diferencias significativas en el *quadriceps femori*, *gluteus maximus* y *triceps brachii*. Para animales de 12 meses machos y hembras no se observa diferencias significativas en ningún músculo.

Franco Daniel (2011) encuentra que en potros machos y hembras de 9 y 12 meses en el *longissimus dorsi* el PPC es de 15.48, 16.49, 17.61 y 14.94 respectivamente. Por lo que podemos notar que en otras investigaciones esta prueba se hace en el músculo *Longissimus dorsi* y no se hacen diferenciar entre sexo y edad.

6.5 Capacidad de Retención de Agua (CRA)

6.5.1. Comparación entre músculos

En cuyes machos de 3 meses se evidenció que el *gracilis* (26,94), *psaos major* (26,05) y el *triceps brachii* (29,6) presentan mayores pérdidas tras aplicar la prueba de CRA por presión. Los músculos que tuvieron menores pérdidas son *quadriceps femori* (21,41) y el *gastrocnemio* (21,1). En machos de 12 meses los músculos que muestran mayores pérdidas tras ésta prueba son *gracilis* (30,72), *psaos major* (31,62), con menores pérdidas encontramos al *quadriceps femori* (23,24) y el *gastrocnemio* (22,18). Los animales de 3 meses presentan menores pérdidas significativas que los de 12 meses de edad.

En hembras de tres meses presentan mayores pérdidas el *gracilis* (28,38), *psaos major* (31,62) y el *triceps brachii* (28,2), las menores pérdidas en este grupo se evidenciaron en los siguientes músculos: *gastrocnemio* (20,25) y el *longissimus dorsi* (23,82). En hembras de 12 meses los músculos que presentan mayores pérdidas son: *biceps femori* (28,1) y el *gracilis* (30,48), con menores pérdidas encontramos: *gastrocnemio* (22), *gluteus maximus* (2,74) y el *longissimus dorsi* (22,53). Los animales de 12 meses presentan menores pérdidas significativas que los de 3 meses.

6.5.2. Efecto de la edad en animales agrupados por sexo

En animales de 3 y 12 meses machos se encuentra que el *psaos major*, *gracilis* y *triceps brachii* existen diferencias significativas en hembras de 3 y 12 en el *biceps femori*, *gluteus maximus* y *triceps brachii* presentan diferencias significativas.

6.5.3 Efecto del sexo en animales agrupados por edad

Dentro del grupo de cuyes de 3 meses entre machos y hembras se observa diferencias significativas en el *biceps femori*, *gastrocnemio* y *semitendinosus*. En cuyes de 12 meses entre machos y hembras se observa en el *biceps femori*, *gastrocnemio* y *semitendinosus* presentan diferencias significativas.

En comparación con otros autores no se pudo encontrar información sobre músculos específicos este es el caso de Vergara et al (1999) manifiesta que en el *longissimus dorsi* de corderos la CRA es 21,2 en machos y en hembras 25,84.

Ruiz de Huidrobo et al (2003), manifiesta que en el *longissimus dorsi* de toros y novillos encontramos 18,82 en toros y 18,35 en novillos y Días et al (2014) muestra que en corderos lactantes en éste mismo músculo se evidencia 38,1 % de CRA.

La información consultada utiliza en su mayoría el músculo *longissimus dorsi*, no se utilizan otros como en el caso de la presente investigación.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

7.1.1. *Rigor mortis* y evolución del pH

- a. La instauración del *rigor mortis* en cuyes ocurre de media a las 5 horas post-sacrificio, resolviéndose entre las 12 y 15 horas. Se recomienda esperar a la resolución del *rigor mortis* para evitar problemas de calidad tecnológica en la carne de cuy.
- b. La caída del pH inicia cerca de 6.9 en la mayoría de los casos, y sobre las 4-5 horas permanece más o menos constante hasta las 24 horas. El pH final que alcanzan los músculos del cuy es muy superior a los encontrados para otras especies.
- c. El tiempo al que para la bajada de pH coincide con la instauración del *rigor mortis*.
- d. La evolución del músculo *psaos major* es diferente al resto de los músculos estudiados, pues inicia el pH más bajo, pero a las 5 horas queda por encima de los otros músculos hasta el final del periodo experimental.
- e. Se aprecian diferencias en la evolución del pH debidas a la edad, pero sólo en el grupo de las hembras. La variable edad no tiene efecto en el grupo de los machos.
- f. No se aprecian grandes diferencias en la evolución del pH debidas al sexo en ninguno de los 4 músculos estudiados.

7.1.2. Pérdidas por cocinado y capacidad de retención de agua

- a. Se establece un método modificado en las prueba de capacidad de retención de agua (CRA), adaptada para analizar pequeñas cantidades de muestras, como en el cuy.
- b. En la prueba de pérdidas por cocinado (PPC) en otro tipo de canales se toma normalmente al *longissimus dorsi* como músculo principal debido a su tamaño y características. En nuestra investigación por el tamaño de la canal éste músculo puede ser reemplazado por el *gluteus maximus*, *quadriceps femori* y *gastrocnemio*.
- c. En PPC los músculos *gracilis*, *triceps brachii* y *semitendinosus* son los músculos que presentan mayor pérdida por cocinado.
- d. Para CRA tomando en cuenta que en otro tipo de canales se toma normalmente al *longissimus dorsi* como músculo principal debido a su tamaño y características. En nuestra investigación, por el tamaño de la canal, éste músculo puede ser reemplazado por el *quadriceps femori*, *gastrocnemio* y *gluteus maximus*.
- d. Los músculos que presentan mayor pérdida al aplicar la prueba de CRA por presión son el *gracilis*, *psoas major*, *triceps brachii* y *biceps femori*.

7.2 RECOMENDACIONES

- a. Tomar en cuenta la resolución del *rigor mortis* en la carne de cuy para un consumo adecuado y en tiempos específicos, tal cual está detallado en los resultados de la investigación. La carne de cuy se debería consumir después de las 15 horas tras el sacrificio del animal.
- b. Para realizar pruebas tecnológicas en la carne de cuy se recomienda utilizar la técnica modificada utilizada en esta investigación por las características de los músculos del cuy.
- c. Se puede utilizar músculos diferentes al *longissimus dorsi* para cada prueba tecnológica como en las dos pruebas que fueron realizadas en la investigación.

d. Mantener un criadero de cuyes específicos para investigación con las características necesarias y controladas para realizar estudios, así contaríamos con las características iniciales estandarizadas durante el tiempo de investigación.

e. Incentivar a más alumnos a realizar investigaciones dentro de este tema ya que no existe información relevante en la literatura sobre la carne de cuy. Estos datos podrán ser utilizados en temas más profundos y llegar a normas específicas de análisis de la carne de cuy.

f. Realizar futuras investigaciones a continuación de este tema planteado con mayor profundidad a partir de los datos obtenidos ya que existe infinidad de estudios que se pueden realizar a partir de un tema general como es la carne de cuy.

8. PROPUESTA

8.1 Título de la propuesta

Comparación de un método de despiece comercial y otro con fines de investigación para las canales de cuy.

8.2 Introducción

El cuy o cobayo (*Cavia porcellus*) es un mamífero roedor originario de la zona andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia; teniendo a Perú como mayor productor y consumidor. Por su fácil adaptación a diferentes ecosistemas, puede encontrarse desde el nivel del mar hasta alturas mayores a 4000 m.s.n.m., y en zonas tanto frías como cálidas.

La carne de cuy es saludable y deliciosa, lo cual es interesante desde el punto de vista nutricional (Rosenfeld, 2008). La composición química aproximada descrita para la carne de cuy, es 70,6% de agua, 20,3% de proteína, 7,8% de grasa, y 0,8% de minerales (Bolton, 1979).

En la actualidad, a pesar de que el consumo de esta especie está circunscrito principalmente a las zonas del área andina, su aceptación y consumo se ha visto difundido hacia la costa y selva, incluso a otros países, por efecto de la migración del poblador andino, quien ha llevado sus costumbres y tradiciones.

Ecuador es uno de los principales países productores de carne de cuy. A pesar de ello, la producción de cuyes no goza en Ecuador de la consideración que tienen otras especies, en contra de todo el potencial que presentan. Además, el relativamente pequeño peso que tiene la producción de cuy en la economía del país ha supuesto que se dediquen pocos esfuerzos a su estudio a otro nivel que no sea los sistemas de producción y comercialización y, por tanto, exista poca información en la biografía tanto a nivel nacional como internacional sobre la calidad de la canal y de la carne de cuy.

En la actualidad, los métodos de despiece utilizados en la evaluación de las canales derivadas a experimentos con la mayoría de los animales son, en general, basados en la práctica carnicera, mas no con fines investigativos.

Un estudio de este tipo de métodos utilizados para la disección parcial de partes de la canal en el Reino Unido y República de Irlanda fue hecha por Pomeroy (1965). Éste mostró que de los siete centros de investigación que llevan a cabo el despiece de la canal en cinco partes, utilizaron diferentes métodos que tenía poco en común. Durante el curso de la misma encuesta, los detalles de las técnicas de disección de cordero también fueron proporcionados por algunos centros y estos también presentan una variedad de métodos.

Harrington y Pomeroy (1959) señalaron que la comparación de los estudios de la conformación de canales de los diferentes trabajos, incluso dentro del mismo país, siempre será compleja cuando se basan en pruebas del corte comercial, hasta que se ideó un método sistemático estandarizado de despiece. A su juicio, el método sistemático de formulación del despiece de las canales de vaca, cordero, cerdo y cabritos, haciendo uso, cuando sea posible, de los puntos anatómicos de referencia para la delimitación de las líneas de corte entre las articulaciones era uno de los requisitos más importantes para el avance de los estudios de la calidad de las canales.

8.3 Objetivos

8.3.1.- General:

- Comparar dos métodos de despiece (uno comercial normalizado y otro basado en estructura anatómica) de las canales de cordero con fines de investigación.

8.3.2.- Específicos:

- Analizar la proporción de las piezas de la canal de dos métodos de despiece a comparar.
- Determinar la composición tisular de las piezas de las canales, comparando sexo y edad.

- Valorar de todas las piezas la que representa la composición tisular de toda la canal.
- Validar cual es el método de despiece óptimo con fines de investigación.

8.4 Fundamentación Científico – Técnica

8.4.1. Cuy o cobayo (*Cavia porcellus*)

Es un pequeño mamífero del orden de los roedores originarios de la zona andina del Perú y otros países sud americanos. Tiene el cuerpo compacto y mide entre 20 y 40 centímetros. El pelo de algunas especies es largo y la textura puede ser áspera o suave. El color puede ser blanco, negro o leonado; también los hay de pelaje con rayas o manchas de colores oscuros sobre fondo blanco.

También es conocido con el nombre de conejillos de Indias, son los cobayas domésticos, aunque en lenguaje popular el término se aplica a todas las especies de cobayas, domésticas o salvajes. Son originarios de Sudamérica, donde su crianza está extendida a lo largo de la cordillera de los Andes, desde Venezuela hasta Chile. Las especies salvajes viven en madrigueras y, a veces, entre vegetación densa. Su dieta consiste en materia vegetal. La mayoría crían una vez al año, aunque hay una especie que lo hace varias veces si las condiciones ambientales son favorables. La camada suele estar formada por 2 o 4 crías que nacen en un avanzado estado de desarrollo, pues son capaces de alimentarse por ellas mismas desde el día siguiente a su nacimiento.

Características morfológicas

Los machos desarrollan más que las hembras, por su forma de caminar y ubicación de los testículos no se puede diferenciar el sexo sin coger y observar los genitales. La forma de su cuerpo es alargada y cubierto de pelos desde el nacimiento. Los machos adultos hacen morrillo.

8.4.2. Sacrificio

Todos los animales que se sacrifiquen para la obtención de carne, pieles u otros productos, deben ser aturridos de forma que el animal entre en un estado de inconsciencia, que se prolongue hasta la muerte por desangrado con el fin de poder evitar algún dolor o sufrimiento innecesario.

Un buen sistema de aturdimiento debe cumplir varios requisitos:

- Garantizar una inducción rápida a la inconsciencia sin causar dolor; y que se prolongue hasta la muerte del animal.
- Minimizar los problemas de calidad del producto final.
- Garantizar la seguridad del operador.

Una vez que son aturridos los animales deben ser sangrados, mientras permanecen aturridos, a fin de evitarles sufrimientos innecesarios. El sangrado se efectuará de forma que sea rápido, profuso y completo, debiendo comenzar tan pronto como sea posible, y en cualquier caso antes de que el animal recobre la consciencia.

8.4.3. Escaldado

Existen diferentes tecnologías para realizar el escaldado, teniendo en cuenta que todas tienen la misma finalidad, que es reblandecer la epidermis para facilitar el pelado. Se pueden diferenciar tres formas de realizar:

- Por inmersión
- Por aspersion
- Por condensación

8.4.4. Evisceración

No es más que una operación en donde se separa todo el conjunto de vísceras de la canal, en donde se realiza un corte en la cavidad abdominal, justo encima del

pecho, con ayuda de la mano se va apartando las vísceras abdominales para evitar la punción de las mismas, y provocar la salida de contenido estomacal que pudiese contaminar la canal.

8.4.5. Definición de la canal

La canal con fines de investigación comprende el cuerpo entero del animal después de quitar la cabeza (separada entre el occipital y la primera vértebra cervical), las patas (separadas entre la articulación carpo-metacarpiana y tarso-metatarsiano) y todas las vísceras.

8.4.6. Definición de despiece

Despiece o troceado de las canales, según los gustos y hábitos culinarios se condiciona el despiece, lo que motiva la diversidad de métodos de cortes entre países e incluso entre regiones. Esto supone enormes dificultades a la hora de comparar resultados entre razas y tipos de canal. En Argentina las canales de cabrito se comercializan enteras o como media canal, porque el producto que se comercializa es el cabrito lechal de muy poco peso, por lo tanto no se realiza el despiece.

8.4.7. Proporción de piezas

Uno de los factores que determinan la calidad de la canal es su composición anatómica, ya que las distintas piezas que la forman se agrupan según su valor comercial en diferentes categorías. De manera general los cortes que proceden de la parte trasera del animal alcanzan los precios más elevados. Para el consumidor la pierna y las chuletas constituyen los mejores cortes del cordero.

8.4.8. Composición de tejidos

El valor de la canal viene determinado fundamentalmente por la composición tisular, la proporción de piezas y la composición química. El interés de conocer la composición tisular de la canal y de sus piezas, se justifica debido a los requerimientos de los consumidores hacia carnes y piezas con una mayor

proporción de magro, por lo tanto esta composición influye en la calidad comercial de la canal (Kempster et al., 1982).

Existe una gran variedad de tejidos muscular, óseo, cartilaginoso, adiposo, epitelial, nervioso. Sin embargo, los principales tejidos desde el punto de vista productivo son el muscular, óseo y grasa. Estos componentes varían en su porcentaje según el grado de madurez del animal.

Cuantitativamente el componente más importante es el músculo seguido de la grasa y el hueso.

8.4.9. Método comercial Norma Técnica Peruana

Carcasa: Con sin menudencias

Media carcasa: Se obtiene por el corte longitudinal de la carcasa a nivel del plan medio, dividiéndola en dos partes simétricas

Cuarto de carcasa: Al efectuar los cortes longitudinales medio y transversal de la carcasa se obtiene 2 cuartos anteriores y 2 posteriores, cuya menor o mayor proporcionalidad depende a que nivel se efectúa el corte transversal para la separación

Para la separación del cuarto anterior y posterior el corte transversal se debe efectuar detrás de los riñones.

a. Cuarto anterior: Comprende el tejido blando del cuello desde la articulación atlanto- occipital hasta la 1ra vértebra lumbar. Lo conforma: el brazuelo (desde la escápula hasta la articulación húmero- cúbito- radial) y el costillar (región de las costillas y articulaciones costo vertebrales).

b. Cuarto posterior: Comprende desde el borde anterior de los riñones desde la 2da vértebra lumbar hasta la última vertebra coxígea, correspondiente a la zona anatómica del miembro posterior (articulación coxofemoral hasta la articulación tibia femoral hasta la articulación metatarsiana).

8.5 Descripción de la propuesta

La población es la comunidad de cuyes de raza peruana mejorados, obtenidos todos de una misma granja.

La muestra o individuos elegidos son un total de 40 animales, ya que es un trabajo experimental, y según las asesorías tomadas a distintos expertos en la materia, este número es más que suficiente para establecer y cumplir los objetivos. Por tanto, el tipo de muestreo es por conveniencia (a conocimiento y juicio de la tutora) así como también muestreo discrecional.

Del total de 40 animales, 20 son machos y 20 hembras. Y de cada uno de estos, 10 son de 3 meses de edad y los otros 10 de 12 meses de edad.

El trabajo implica el uso de 40 animales, 10 por cada grupo que se seleccionan de la siguiente manera:

- 10 machos de 3 meses.
- 10 hembras de 3 meses.
- 10 machos de 12 meses, reproductores.
- 10 hembras de 12 meses, reproductoras.

Cada uno de estos animales serán sacrificados y faenados, y se tomarán datos durante este proceso y de la calidad de la canal.

Posteriormente, la canal será dividida por la mitad de manera simétrica, y cada hemicanal estará destinada a uno de los dos métodos de despiece diferentes a estudiar. En total tendremos 80 hemicanales, de las cuales 40 serán despiezadas según un método, y las otras 40 por el otro método de despiece.

Por un método de despiece, cada hemicanal será dividida en 2 piezas, lo que nos dará 80 piezas. Por el otro método de despiece, cada hemicanal será dividida en 4 piezas, lo que nos dará 160 piezas. En total se tendrá 240 piezas de canal, que serán diseccionadas

8.6 Diseño Organizacional



8.7 Monitoreo y Evaluación de la propuesta

La investigación se basará en la obtención de datos sobre la canal en cuanto a sobre el porcentaje que representa cada pieza en la canal, composición tisular por pieza, pieza representativa de la canal y comparación de métodos de despiece.

Por otro lado, se estandarizará el despiece de la canal para ver qué manera es más óptima en función de los resultados de la disección de cada pieza de la canal.

La idea principal es comparar dos métodos de despiece según convenga a los investigadores del cuy como animal productivo y determinar qué pieza es la más representativa en la canal sobre la composición tisular.

Con la obtención de los datos planteados en la investigación se da la pauta para futuros estudios de la carne de cuy como en referencia a la canal en cuanto a rendimiento, proporciones de los quintos cuartos, estandarización de despiece para observar que manera es la óptima en función de las piezas de la canal y que pieza es la representativa en la canal sobre la composición tisular.

Existirán datos reales y específicos que aportarán a la construcción de nuevos conocimientos que servirán de base para cualquier tipo de investigación en estos animales.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Aalthus, J. L., Jones, S. D. M., Tong, A. K. W., Jeremiah, L. E., Robertson, W. M., & Gibson, L. L. (1992). The combined effects of time on feed, electrical stimulation and aging on beef quality. *Canadian Journal animal Science*, 72, 525-535.
- Abougroun, H., Forrest, J.C., Aberle, E.D., & Judge, M.D. (1985). Shortening and tenderness of pre rigor heated beef. I. Effect of heating rate on muscles of youthful and mature carcasses. *Meat Science*, 14:1.
- Archetti, E. (1997). *Guinea Pigs. Food, Symbol and Conflict on the Knowledge in Ecuador*. Berg, Oxford.
- Bate-Smith, E. C. (1948). The physiology and chemistry of rigor mortis, with special reference to the aging of beef. *Advances in Food Research* 1, 1-38.
- Bendall, J.R. (1973) Post mortem changes in muscles. In: Bourne, G.H.(ed) *The Struscture and Function of Muscle*, 2ndedn. Academic Press, New York, Volume II, Part 2, pp. 243-309.
- Bendall, J. R. & Swatland, H. J. (1988). A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Science*, 24, 85-126.
- Bertram, H. C., Schafer, A., Rosenvold, K., & Andersen, H. J. (2004). Physical changes of significance of early post mortem water distribution in porcine *M. longissimus*. *Meat Science*, 66, 915-924.
- Bolton, R., (1979). Guinea pigs, protein and ritual. *Ethnology* 18, 229-252.
- Bouton, P.E., Harris, P.V. & Shorthose, W.R.(1971). Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *Journal of Food Science* 36, 435-439.

- Cavani, C. & Petracci, M. (2004). Rabbit meat processing and traceability, in Proceedings of 8th World Rabbit Congress. September 7-10. Puebla, Mexico, pp 1318-1336.
- Clydesdale, F. M. (1991). Colour perception and food quality. *Journal of Food Quality*, 14, 61-74.
- Días M., Vieira C., Pérez C., Lauzurica E., González de Chacarri, Sánchez M., De la Fuente J. Effect of lairage time (0h, 3h, 6h or 12h) on glycogen content and meat quality parameters in suckling lambs. *Meat Science* 96 (2014) 653-660.
- Dransfield, E., Nute, G.R., Hogg, B.W., & Walters, B.R. (1990) Carcass and eating
- Etherington, D.J. Taylor, M.A.J. & Dransfield, E. (1987). Conditioning of meat from different species. Relationship between tenderizing and the levels of cathepsin B, Cathepsin L, Calpain I, Calpain II and β -glucuronidase. *Meat Science* 20, 1-18.
- Fernández Juárez, G. (1997). Entre la repugnancia y la Seducción. Ofrendas Complejas en los Andes del Sur, Centro Bartolomé de las Casa, Cusco.
- Forcada, F. (1985) Estudio etnológico y productivo de la agrupación ovina Roya Bibilitana. Tesis Doctoral., Fac. Veterinaria. Zaragoza, Zaragoza.
- Franco Daniel, Rodríguez Eva, Purriños Laura, Crecente Santiago, Bermúdez Roberto, Lorenzo José. Meat quality of “Galician Mountain” foals breed. Effect of sex, slaughter age and livestock production system. *Meat Science* 88 (2011) 292-298.
- Gade, D., (1967). The guinea pig in Andean folk culture. *The Geographical Review* 57, 213-224.

- García Martínez E., Fernández Segovia I. “Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación” Ed. Universidad Politécnica de Valencia. 2012.
- Guamán Poma de Ayala, F., 1992 (1615). Nueva Crónica y Buen Gobierno: Crónicas de Indios y mestizos II. Enciclopedia Histórica de la Literatura Peruana, Lima.
- Guinot, F. Touraille, C., Oualli, A. Renerre, M., & Monin, G. (1994). Relationships between post-mortem pH changes and some traits of sensory quality in veal. *Meat Science*, 37 (3), 315-325.
- Hamm, R. (1960) Biochemistry of meat hidratation. *Adv. Food Res.*, 10, 355.
- Hamm, R. (1977). Postmortem breakdown of ATP and glycogen in ground muscle: A review. *Meat Science*, 1(1), 15-39.
- Hammelman, J. E., Bowker, B. C., Grant, A. L., Forrest, J. C., Schinkel, A. P., & Gerrard, D. E. (2003). Early postmortem electrical stimulation simulates PSE pork development. *Meat Science*, 63, 69-77.
- Henckel, P., Karlsson, A., Oksbjerg, N., & Petersen, J. S. (2000). Control of post mortem pH decrease in pig muscles: experimental design and testing of animal models. *Meat Science*, 55, 131-138.
- Hofmann, K. (1975) Einneues Gerät zur Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches: Das “Kapilar-Volumeter” *Fleischwirtschaft* 55, 25-30.
- Honikel, K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49 (4), 447-457.
- Honikel, K. O. (2004). Conversion of muscle to meat. In W. K. Jensen, C. E. Devine, & M. Dikeman (Eds.), *Encyclopedia of meat sciences*: Elsevier Academic Press.

- Huff, E. J. & Parrish, F. C. Jr. (1993). Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem ageing time, animal age and sex. *Journal of Food Science*, 58 (4), 713-716.
- Huff- Lonergan, E. & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of water holding capacity of meat. The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71 (1), 194-204.
- Huff Lonergan Elisabeth, Zhang Wangang, Lonergan Steven M. (2010) *Meat Science*, Volume 86, Emisión 1, Páginas 1-250
- Immonen, K., & Poulanne, E. (2000). Variation of residual glycogen glucose concentration at ultimate pH values below 5.75. *Meat Science*, 55, 279-283.
- Jaime, J. (1988) Efecto de la temperatura sobre el desarrollo del rigor mortis, la maduración y la calidad de la carne de cordero. Tesis doctoral., Fac. Veterinaria. Univ. Zaragoza.
- Kauffman, R. G., Cassens, R. G., Scherer, A., & Meeker, D. L. (1992). Variations in pork quality. Des Moines (IA): National Pork Producers` Council.
- Kauffman, R.G. Eikelenboom, G. van del Wal, P.G., Merkus, G.S.M. and Zaar, M.(1986) The use of filter paper to estimate drip loss of porcine musculature. *Meat Science* 18, 191-200.
- Lampinen, M. J., & Nojonen T. (2005). Electric dipole theory and thermodynamics actomyosin molecular motor in muscle contraction. *Journal of Theoretical Biology*, 226, 397-491.
- Lawrie. R. A. (1985). *Meat Science*. Pergamon Press, New York.
- López-Bote, C. and Warris, P.D.(1988) A note on the relationships between measures of water holding capacity in the m. longissimus dorsi and total drip loss from butchered pig carcasses during storage. *Meat Science* 23, 227-234.

- López de la Torre G., Carballo García B. M., Madrid Vicente A. 2001. Primera Edición. Ediciones Mundi-Prensa.
- Lorenzo J., Pateiro M., Franco D. Influence of muscle type on physicochemical and sensory properties of foal meat. *Meat Science* 94 (2013) 77-83.
- Maltin, C., Balcerzak, D., Tilley, R., Delday, M., et al, (2003). Determinants of meat quality. Tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62 (2), 337-348.
- Miller, R. K. (2000). Factors affecting the quality of raw meat. In Kerry J., Ledward D. (ed). *Meat processing-improving quality*. Woodhead publishing Limited, Cambridge, pp 27-63.
- Morales, E. (1994). The guinea pig in the Andean economy: from household animals to market economy. *Latin American Research Review* 29, 129-142.
- Morales, E. (1995). *The Guinea Pig. Healing, Food and Ritual in the National Research Council, and Office of International Affairs, 1989. Promise for Worldwide Cultivation*. National Academy Press, Washington, DC.
- Mazzone G., Vignola G., Gianmarco M., Manetta A., Lambertini L. Effects of loading methods on rabbit welfare and meat quality. *Meat Science* 86 (2010) 33-39.
- Offer, G. (1991). Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Science*, 30, 155-184.
- Offer, G. & Cousins, T. (1992). The mechanism of drip production formation of 2 compartments of extracellular – space in muscle postmortem. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 58, 107-116.
- Ouali, A. (1996). La maturation des viandes: facteurs biologiques et technologiques de variation. *Viandes et produits carnés*, 11 (6), 281-290.

- Paci G., Preziuso G., D'Agata M., Russo C., Dalle Zotte A. Effect of stocking density and group size and growth performance, carcass traits and meat quality of outdoor reared rabbits. *Meat Science* 93 (2013) 162-166.
- Pedersen D., Morel S., Andersen H., Engelsen S. Early prediction of water holding capacity in meat by multivariate vibrational spectroscopy. *Meat Science* 65 (2003) 581-592.
- Polo de Ondegardo, J., 1906 (1559). Los errores y supersticiones de los indios, sacados del tratado y averiguaciones que hizo el licenciado Polo. *Revista Histórica* 1, pp 207-231.
- Ramírez J. A., Oliver M. A., Pla M., Guerrero L. B., Ariño B., Blasco A., Pascual M., Gil M. (2004). Effect of selection for growth rate of biochemical, quality and texture characteristics on meat from rabbits. *Meat Science* 67: 617-624.
- Rosenfeld, Silvana A. Delicious guinea pigs: Seasonally studies and the use of fat in the pre- Columbian Andean diet. *Quaternary International* 80 (2008) 127-134.
- Rosenvold, K. & Andersen, H. J. (2003). Factors of significance for pork quality – a review. *Meat Science*, 69, 219-237.
- Ruiz de Huidrobo F., Miguel E., Onega E., Blázquez B. Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days post mortem. *Meat Science* 65 (2003) 1439-1446.
- Safari J., Mushi D., Mtenga L., Efik L. Growth, carcass and meat quality characteristics of Small East African goats fed Straw based diets. *Livestock Science* 135 (2011) 168-176.
- Silva, J. A., Patarata, L., & Martins, C. (1999). Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Science*, 52 (4), 453-459.


- Stetzer, A. J. & McKeith, F. K. (2003). Benchmarking value in the pork supply chain: Quantitative strategies and opportunities to improve quality Phase 1. Savoy (IL): American Meat Science Association.
- Torrescano G., Sánchez Escalante A., Giménez B., Roncalés P., Beltrán J. Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. *Meat Science* 64 (2003) 85-91.
- Trout, G. R. (1988). Techniques for measuring water binding capacity in muscle foods. A review of methodology. *Meat Science*, 23 (4) 235-252.
- vanLaack, R. L. J. M., Stevens, S. G., & Stalder, K. J. (2001). The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. *Journal of Animal Science*, 79, 392-397.
- Vergara H., Molina A., Gallego L. Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. *Meat Science* 52 (1999) 221-226.
- Warner, R. D., Kauffman, R. G. & Greaser, M. L. (1997). Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. *Meat Science*, 45, 339-352.
- Warris, P. D., Bevis, E. A. & Ekins, P. J. (1989). The relationship between glycogen stores and muscle ultimate pH in commercially slaughtered pigs. *British Veterinary Journal*, 145, 378-383.
- Warris, P.D. (2003) *Ciencia de la Carne*. Traducción de Dr. Jorge Ruiz Carrascal y Dr. Ramón Cava López. Edición. Editorial ACRIBIA S.A. Royo, 23-50006 Zaragoza-España. Quality of ram, castrated ram and ewe lambs. *Anim. Prod.*, 50, 291-299.
- Weismantel, M., (1988). *Food, Gender, and Poverty in the Ecuadorian Andes*. Waveland Press, Illinois, USA.
- Yu, L. P. & Lee, Y. B. (1986). Effects of postmortem pH and temperature muscle structure and meat tenderness. *Journal of Food Science*, 51 (3), 774-780.

Zamora, F. (1997). Variabilité biologique de l'attendrissage de la viande bovine-
Prédiction en fonction du facteur animal et du facteur type de muscle.
Doctoral Thesis (Thèse de docteur Université: Spécialité Sciences des
Aliments (Biochimie). Université d'Auvergne.

Zotte A. D. (2002). Perception of rabbit meat and major factors influencing the
rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science* 75: 11-32.

10. ANEXOS

10.1 Presentación de dos trabajos en el Congreso Anual Joint Annual Meeting 2014, en Kansas del 20 al 24 de Julio.






2014
JAM
JOINT ANNUAL MEETING
KANSAS CITY

Linking animal science and animal agriculture:
Meeting the global demands of 2050

July 20–24, Kansas City, Missouri

**2014 Joint Annual Meeting
ABSTRACT BOOK**

Journal of Animal Science, Volume 92, E-Supplement 2
Journal of Dairy Science®, Volume 97, E-Supplement 1

  
ADSA® **ASAS** **GSAS**

1247 (M159) Effects of amino acid supplementation of reduced crude protein (RCP) diets on fatty acid compositions of subcutaneous fat and muscle. A. N. Young*, J. K. Apple, J. W. Yancey, T. M. Johnson, T. C. Tsai, and C. V. Maxwell, *Dep. of Animal Science, University of Arkansas Division of Agriculture, Fayetteville.*

Barrows and gilts ($n = 210$ /gender) were used to test the effects of crystalline AA supplementation of reduced CP diets on fatty acid composition of the LM and s.c. fat from the jowl from growing-finishing swine. Pigs were blocked by BW, and pens (6 pigs/pen) within each block and gender were assigned randomly to either com-SBM diets (C) devoid of crystalline LYS and formulated to 95% SID AA requirements or 1 of 4 RCP diets (CP and crystalline LYS levels for the dietary treatments during each are presented in the accompanying table, 1247). During the last 3-wk feeding phase, 10 mg/kg of Paylean were included in all diets. Jowls and a subsample of whole pork loins (2 loins/pen) were captured during carcass fabrication, and the LM and s.c. fat from each jowl was freeze-dried for determination of fatty acid composition. The LM from barrows had greater ($P < 0.001$) proportions of SFA than the LM from gilts, whereas LM MUFA content increased in the LM of barrows but decreased in the LM of gilts with decreasing dietary CP (linear RCP \times gender, $P = 0.037$). Conversely, LM PUFA composition increased in gilts and decreased in barrows with decreasing dietary CP (linear RCP \times gender, $P = 0.056$). Jowl fat from barrows had more ($P = 0.008$) SFA and less ($P < 0.001$) PUFA than jowl fat from gilts, whereas the proportions of SFA—particularly palmitic and stearic acids—and PUFA—specifically linoleic acid—in jowl s.c. fat decreased (linear, $P \leq 0.019$) with decreasing dietary CP. Also, weight percentages of all MUFA, especially oleic acid, increased (linear, $P < 0.001$) as dietary CP was reduced in the diet. Results indicate that the fatty acid composition of pork lean and fat were altered by reducing dietary CP, and the pattern of increased MUFA composition of jowl s.c. fat may imply enhanced de novo synthesis in pigs fed RCP diets supplemented with crystalline AA.

Key Words: fatty acid composition, reduced CP, swine

Table 1247. CP (added LYS) of experimental diets for each feeding phase (% as fed)

Phase	C	RCP1	RCP2	RCP3	RCP4
1	23.70	21.61 (0.19)	19.58 (0.37)	17.61 (0.56)	15.72 (0.75)
2	21.53	19.46 (0.18)	17.44 (0.36)	15.49 (0.54)	13.61 (0.71)
3	18.97	17.34 (0.15)	15.75 (0.29)	14.16 (0.44)	12.68 (0.59)
4	17.66	16.30 (0.13)	14.96 (0.24)	13.64 (0.36)	12.37 (0.48)
5	20.24	18.60 (0.15)	17.01 (0.30)	15.44 (0.45)	13.93 (0.60)

1248 (M160) Postmortem pH evolution in four muscles and onset, state and resolution of rigor mortis of guinea pigs (*Cavia porcellus*) carcass. D. Núñez-Valle¹, L. P. Cevallos-Velastegui¹, A. Morales-delaNuez², N. Castro³, A. Argüello³, and D. Sánchez Macías¹, ¹Agroindustrial Engineering, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, ²Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, ³Dep. of Animal Science, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Arucas, Las Palmas, Spain.

The effect of pH on meat quality is a subject that has been deeply investigated extensively in meat science, and there is a wealth of qualitative knowledge. In the same way, rigor mortis is one of the most important physicochemical changes in skeletal muscles occurring at a relatively earlier postmortem period and then maintaining for a certain period, which results in an increasing toughness of meat. No information exists in the literature about the pH evolution or instauration and resolution of rigor mortis in guinea pig. The objective of this work was to determine the postmortem evolution of pH in four different muscles of guinea pig, as well as to establish the rigor mortis instauration, rigor state and its resolution. Forty-eight guinea pigs, randomly selected from the same production system were divided into four groups of 12 animals as follows: 3-mo-old female, 3-mo-old male, 12-mo-old female, and 12-mo-old male. Four muscles, *longissimus dorsi* (LD), *quadriceps femoris* (QF), *triceps braquii* (TB), and *psoas major* (PM), were used to measure pH at 15, 30, 45 min, each hour from 1 to 12, 15, 18, 21, and 24 h postmortem. These muscles were selected because of energy metabolism described in other species, which PM displays the lowest and LD the highest anaerobic capacity. Analysis of variance with repeated measures was conducted to test the significance of the two variables muscle and time postmortem. Splitting the data was used to check the effect of age or sex. Least squares means were calculated and considered significantly different if $P < 0.05$. pH started near 7 in LD and TB, followed by QF, and PM had the lower pH value at 15 min postmortem. pH decreased during the experimental time until 5 h in TB and QF, and 6 h in LD and PM. However, pH decline rate was slower for PM, being higher after 6 h than the other muscles. After 12 to 15 h postmortem, pH values increased slightly. Rigor mortis was onset after 5 to 6 h postmortem. After rigor onset, the muscle undergoes a longer period of rigor state, which was resolved after 13 to 15 h postmortem. No differences were found regardless sex or age. In conclusion, authors recommend at least 15 h of chilling for guinea pigs carcass, until the rigor mortis was resolved.

Key Words: guinea pig, pH, rigor mortis

1249 (M161) Water holding capacity and cooking losses of different muscles of guinea pigs (*Cavia porcellus*). L. P. Cevallos-Velastegui¹, D. Nuñez Valle¹, A. Morales-delaNuez², N. Castro³, A. Argüello³, and D. Sánchez Macías¹, ¹Agroindustrial Engineering, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, ²Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, ³Dep. of Animal Science, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Arucas, Las Palmas, Spain.

It is well-known that aging produces changes in meat characteristics. Meat quality depends on organoleptic properties (color, texture, flavor and juiciness) which are related to zootechnical characteristics (breed, age, sex) or anatomical characteristics such as type of muscle. The main objective of this study was to describe the water holding capacity and cooking losses of ten different muscles of guinea pig after chilling for 12 h at 4°C. Forty eight guinea pigs randomly selected from the same production system were divided into four groups of 12 animals as follows: 3-mo-old female, 3-mo-old male, 12-mo-old female, and 12-mo-old male. Ten muscles were excised after 12 h postmortem: *longissimus dorsi*, *quadriceps femoris*, *triceps*

braquii, *psaos major*, *biceps femoris*, *semimembranosus*, *semitendinosus*, *gracilis*, *gluteal*, and *gastrocnemio*. Water-holding capacity (WHC) was measure using 0.3 g of muscle between two papers with 1 kg of weight during 10 min. Vacuum packaged muscle was introduced in a 70°C water bath for 30 min, and cooking losses (CL) were measured. A two-way analysis of variance was conducted to test the significance of the two fixed variables muscle and age or sex. Least squares means were calculated and considered significantly different if $P < 0.05$. With regard to WHC, *triceps braquii*, *psaos major*, and *gracilis* showed the lower values, while *gastrocnemio* had the higher values. *Quadriceps femoris* displayed similar values than *longissimus dorsi*. The 12-mo-old animals had lower WHC than 3-mo-old guinea pigs. However, when we compare data splitting male and female, it is possible to observe that female guinea pigs lost more water than males at 3 mo of age. With regard to CL, *longissimus dorsi*, *gastrocnemio*, *quadriceps femoris* and *biceps femoris* had similar CL values, while the higher values corresponded to *triceps braquii* and *gracilis*. It was also observed that male guinea pigs had higher values of CL than female animals; these differences were more clearly observed in 3-mo-old animals.

Key Words: guinea pig, water holding capacity, cooking losses