

**Predicción de la purga (exudado) de carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*), en bandeja, basada en las características de la canal**

**Luis Alberto Algañaz Schnorr**

**Honduras**  
Diciembre, 2007

**ZAMORANO**  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Predicción de la purga (exudado) de carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*), en bandeja, basada en las características de la canal**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agroindustrial en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

**Luis Alberto Algañaz Schnorr**

**Honduras**  
Diciembre, 2007

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

---

Luis Alberto Algarañaz Schnorr

**Honduras**  
Diciembre, 2007

**Predicción de la purga (exudado) de carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*), en bandeja, basada en las características de la canal**

Presentado por:

Luis Alberto Algarañaz Schnorr

Aprobado:

---

Adela Acosta, Dra. C.T.A.  
Asesora Principal

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Director  
Carrera Agroindustria Alimentaria

---

Rogel Castillo, M.Sc.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Luis Algorañaz y Rossemary Schnorr.  
A mi hermana Jillian Algorañaz Schnorr.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios.

A mis padres por ser el mejor ejemplo a seguir, por su amor y apoyo en todo momento y por haberme permitido la oportunidad de alcanzar mis metas.

A mi hermana y a mi familia por las constantes muestras de apoyo.

A los que ya no están con nosotros, abuela Yalila, abuelo Gastón, tío Jorge y abuelo Juan, por iluminarme y guiar mi camino.

A mis asesores Dra. Adela Acosta e Ing. Rogel Castillo por su apoyo y por sus conocimientos al realizar este proyecto.

Al Dr. Raúl Espinal por sus valiosos y oportunos consejos.

A Jorge Sagastume y Mitchell Oliva por su ayuda en la realización de este proyecto.

A todo el personal de la planta de Industrias Cárnicas de la Escuela Agrícola Panamericana por su colaboración.

A Hilda Peña por ser tan especial, por su cariño, tiempo y apoyo incondicional.

A mis amigos y amigas por ayudarme en todo momento y entregarme su compañía, en especial a César Nogales, José Pérez De La Ossa, Juan Cueva, Javier Suárez, Javier Mantilla, Felipe Morán, Andrés Sarmiento, Hernán Yglesias, Nicolás Velásquez, Josué Castro José Gómez De La Torre, Juan Pablo Merchán, Joel Castillo, Juan Pablo Chicaiza, Jesús Alvarado, César Odicio, Oscar De Marzo y Marco Guevara, una amistad que termina es una amistad que nunca empezó.

## RESUMEN

Algarañaz, L. 2007. Predicción de la purga (exudado) de carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*, en bandeja, basada en las características de la canal. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria. El Zamorano. 33 p.

La exudación de la carne (purga) en bandeja da una mala impresión al consumidor y afecta el rendimiento y su valor económico. La cantidad de purga que presenta la carne está asociada, entre otros factores, a las características del animal. El objetivo de este estudio fue generar un método para la predicción de la purga en bistecs de cerdo, en bandeja, a los 7 días después de sacrificio, utilizando medidas características de la canal de cerdo. Se realizó un diseño de bloques completos al azar y un análisis de varianza con separación de medias Tukey, significancia  $P < 0.05$ . Las ecuaciones de predicción se generaron con regresión lineal múltiple. Los datos se analizaron utilizando SAS® Versión 9.1 Los músculos evaluados fueron *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*. Las variables evaluadas fueron peso vivo, peso canal caliente, peso canal frío, grasa dorsal y área del ojo del lomo, evaluadas 48 horas después del sacrificio; pH, color y porcentaje de purga evaluadas a las 48 horas y a los 7 días después de sacrificio. Purga, color y pH fueron significativamente diferentes ( $P < 0.005$ ) entre músculos. La ecuación con el mejor modelo lineal ( $R^2$  ajustado=0.86), que predice la purga en el músculo *Longissimus dorsi*, es: % Purga a los 7 días =  $0.67122 - 0.01093$ Peso canal caliente (Kg) +  $0.49202$ Grasa dorsal (cm) +  $0.90356$ Purga a las 48 horas (%). Con la ecuación generada se puede predecir la purga en bistecs, en bandeja, del músculo *Longissimus dorsi* a los 7 días de su sacrificio.

**Palabras claves:** *Longissimus dorsi*, Regresión lineal múltiple, Retención de agua, *Semitendinosus*.

---

Adela Acosta, Dra. C.T.A.  
Asesora Principal

## CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas .....	iii
	Dedicatoria .....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Resumen .....	vi
	Contenido .....	vii
	Índice de cuadros.....	ix
	Índice de figuras .....	x
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1	OBJETIVOS.....	2
1.1.1	Objetivo General .....	2
1.1.2	Objetivos Específicos .....	2
<b>2</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1	PURGA.....	3
2.2	pH DE LA CARNE DE CERDO .....	4
2.3	COLOR DE LA CARNE DE CERDO .....	4
2.4	SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN Y PAGO DE CANALES DE CERDO..	5
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>6</b>
3.1	UBICACIÓN.....	6
3.2	MATERIALES Y EQUIPO .....	6
3.2.1	Materiales .....	6
3.2.2	Equipos.....	6
3.3	METODOLOGÍA.....	6
3.3.1	Características de la canal .....	7
3.3.2	Determinación de la pérdida de purga.....	7
3.3.3	Análisis de color y pH.....	8
3.4	DESARROLLO DE LAS ECUACIONES DE PREDICCIÓN .....	8
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	8
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>10</b>
4.1	VARIABLES EVALUADAS A 48 HORAS Y 7 DÍAS DE SACRIFICIO ...	10
4.2	DIFERENCIAS ENTRE LOS MÚSCULOS EVALUADOS .....	14
4.3	ECUACIONES DE PREDICCIÓN DE PURGA A LOS 7 DÍAS DESPUÉS DE SACRIFICIO.....	15



4.3.1	Validación.....	15
4.4	CLASIFICACIÓN DE ANIMALES POR PURGA .....	16
5	<b>CONCLUSIONES</b> .....	18
6	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	19
7	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	20

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		P.
1	Medias de los valores de pH a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos <i>Longissimus dorsi</i> y <i>Semitendinosus</i> . .....	11
2	Medias de porcentaje de purga a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos <i>Longissimus dorsi</i> y <i>Semitendinosus</i> . .....	11
3	Medias de los valores L* a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos <i>Longissimus dorsi</i> y <i>Semitendinosus</i> . .....	12
4	Medias de los valores a* a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos <i>Longissimus dorsi</i> y <i>Semitendinosus</i> . .....	13
5	Medias de los valores b* a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos <i>Longissimus dorsi</i> y <i>Semitendinosus</i> . .....	14
6	Medias de los valores de porcentaje de purga, pH, valores de color; L*, a* y b* a los 7 días después de sacrificio de los músculos de cerdo <i>Semitendinosus</i> y <i>Longissimus dorsi</i> . .....	15
7	Datos utilizados para la validación de la ecuación 2. ....	16
8	Correlaciones de grasa dorsal con purga a las 48 horas después de sacrificio..	16
9	Valores de purga a las 48 horas para rangos de grasa dorsal para el músculo <i>Longissimus dorsi</i> . .....	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		P.
1	Valores de pH a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos <i>Longissimus dorsi</i> y <i>Semitendinosus</i> . .....	10
2	Porcentaje de purga a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos <i>Longissimus dorsi</i> y <i>Semitendinosus</i> . .....	11
3	Valores L* a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos <i>Longissimus dorsi</i> y <i>Semitendinosus</i> . .....	12
4	Valores a* a las 48 horas y 7 días después de sacrificio de los músculos <i>Longissimus dorsi</i> y <i>Semitendinosus</i> . .....	13
5	Valores b* a las 48 horas y 7 días después de sacrificio de los músculos <i>Longissimus dorsi</i> y <i>Semitendinosus</i> . .....	13

## 1. INTRODUCCIÓN

El exudado o purga, considerada como la solución acuosa que se libera de la superficie de la carne, representa un problema claro al momento de comercializar cortes de carne, ya que la presencia de agua en la bandeja proporciona una mala impresión para el consumidor. La purga en carne fresca, es de gran importancia ya que esta es vendida por peso y la cantidad de agua que pierde durante el almacenamiento afecta el rendimiento y su valor económico. La purga, además, representa la pérdida de valiosas proteínas resultando en la pérdida de importantes propiedades de la carne.

Actualmente los procesadores de alimentos cárnicos y las industrias cárnicas están utilizando procesos de inyección de salmueras, con el objetivo de mejorar la retención de agua de la carne para que de ese modo se reduzca la purga presente al momento de comercializarla. El uso de inyección de sales y proteínas aisladas o el simple uso de paños absorbentes en la bandeja de presentación que cumple la función de absorber la purga liberada por el corte de carne, son métodos comunes para disminuir la purga. Ya que la carne fresca es vendida por peso y la cantidad de agua que pierde durante el almacenamiento, ya sea en estante o en refrigeración, afecta el rendimiento y por lo tanto su valor económico, es de gran utilidad saber el porcentaje de reducción de peso por pérdida de agua antes de la comercialización de la carne (Roseiro *et al.* 1994).

Algunos estudios se han realizado para predecir la calidad de la carne de cerdo utilizando Espectroscopia de Infrarrojo Cercano. Según Geesink *et al.* (2003), el potencial de los modelos de Espectroscopia de Infrarrojo Cercano son capaces de predecir la cantidad de agua que pierde la carne y la fuerza necesaria para determinar la ternura de la carne de cerdo, realizando los análisis 24 horas post-mortem. Sin embargo los pequeños productores de productos cárnicos no tienen acceso a este tipo de tecnologías, por lo tanto, es necesario recurrir a métodos más simples y sencillos para predecir la purga de la carne de cerdo, los cuales se encuentren más al alcance del productor.

Según la Federación Nacional de Mejoramiento Porcina de Estados Unidos de América (1996), las libras magras de una canal de cerdo se puede predecir utilizando valores de características de la canal como ser: Peso de la canal caliente; área del ojo del lomo y grosor de la grasa dorsal. No está documentado que estas características hayan sido utilizadas para predecir la cantidad de agua que perderá la carne lista para comercializar, pero estas características son esenciales para determinar la calidad de canal de un animal, por lo tanto pueden representar también un importante acercamiento a la predicción de la purga.

El hecho de poder predecir la cantidad de agua que la carne perderá representa una gran ventaja al momento de comercializar el producto ya que directamente permitiría determinar si durante su comercialización la carne mantendría las características deseadas por el consumidor. Representa también una gran ventaja para el procesador, ya que con la capacidad de predecir la purga de la carne que comercializa o procesa podría reconocer las canales que presentarían menor cantidad de purga y castigar el precio de aquellas canales en las cuales se predice mayor cantidad de purga. De igual manera podría elegir la carne a ser comercializada en cortes (bistecs, filetes) y la carne a ser utilizada para procesar.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo General**

Predecir purga de carne de cerdo en bandeja, utilizando características de la canal.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el músculo con el cual se puede predecir mejor la purga a los 7 días después de sacrificio, entre los músculos, *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*.
- Determinar si existe variación en el tiempo para las variables evaluadas a las 48 horas y 7 días después de sacrificio (pérdida de agua, color y pH), por músculo evaluado.
- Determinar si existe diferencia a los 7 días después de sacrificio de purga, color y pH entre los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*.
- Determinar la característica de canal que tiene mejor relación con la purga.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 PURGA

Según Forrest *et al.* (1979), el agua presente en la carne se encuentra de tres formas distintas; como agua ligada que representa un 4-5% y permanece fuertemente unida, agua inmovilizada la cual se puede liberar dependiendo de la fuerza física que se aplique al músculo y agua libre que se mantiene únicamente por fuerzas superficiales, esta última es la que se pierde durante el enfriado y la comercialización de la carne y se conoce como purga. Offer (1994), define a la purga como la solución roja acuosa de proteínas que se libera por encima de la superficie del corte muscular en un periodo de tiempo. La pérdida de agua por goteo solamente mide el exudado de agua extracelular de la carne. Lawrie (1985; citado por Van Heugthen, 2000) define que la purga en la carne fresca es el resultado de las contracciones de las proteínas del músculo (actina y miosina) y del movimiento de los fluidos presentes en la carne. A menor pH la habilidad de las proteínas para retener el agua disminuye.

Offer y Knight (1998) y Roseiro *et al.* (1994), indican que la canal de cerdo pierde una cantidad insignificante de agua, esta pérdida sucede una vez que la canal es despostada y corresponde a aproximadamente 1% evaluada en condiciones de almacenamiento en cuarto frío. Cuando la carne se corta en piezas listas para comercialización, es decir, en bistec, cortes y cubos; la purga o pérdida de agua representa un 2 a 6% del peso de la carne magra después de cuatro días bajo condiciones de refrigeración, lo cual representa aproximadamente alrededor del 1 al 3% del peso total del corte.

Huff-Lonergam *et al.* (2002), señala que la pérdida de agua o purga es una característica muy importante ya que la carne con una alta cantidad de purga tiende a presentar un color menos característico y más claro, afectando también su terneza haciéndola más dura, disminuyendo el sabor característico de la carne de cerdo y aumentando la cantidad de desabores. Para Otto *et al.* (2006), la purga es una pérdida económica importante ya que representa una pérdida de peso en la carne y una menor producción durante el procesamiento de la misma, el conocimiento del valor de purga de la carne permite definir el uso que se le dará a la misma, es decir si se venderá como carne fresca o se utilizará para la producción de productos cárnicos.

Según Rosenvold y Andersen (2003), la genética del animal juega un papel fundamental en la variación de la calidad de la carne por lo tanto el mejoramiento genético es de mucha importancia para una producción sostenible de cerdos.

## 2.2 pH DE LA CARNE DE CERDO

Según Aberle (2001), la carne de los animales antes del sacrificio tiene un pH de 7.1. Después de sacrificio el glucógeno presente en la carne se transforma en ácido láctico resultando en un descenso del pH. La carne de cerdo alcanza su valor de pH más bajo de 5.4 a 5.8 en 6 a 10 horas después de sacrificio. Después de que se alcanza el valor más bajo, el pH empieza a subir nuevamente de manera lenta pero continua, hasta llegar a un valor de 6.5, que indica que la carne ya esta empezando a descomponerse. El pH ideal de la carne de cerdo oscila entre 5.8 y 6.3, la carne con mayor pH tiene mejores propiedades de retención de agua. De la misma manera, Otto *et al.* (2004), menciona que la cantidad de purga disminuye en valores de pH mayores a 6.

Felix (2003), indica que el agua en la carne se encuentra mayormente atrapada en la red de las miofibrillas. Las proteínas miofibrilares comprenden más del 50% de todo el contenido proteico de la fibra muscular y las fibrillas ocupan cerca del 85% del volumen total de la fibra. Las miofibrillas tienen como función contener agua en su estructura tridimensional. Su capacidad de unir agua es dependiente del pH, esto se debe a que en el punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares: actina 4.7 y miosina 5.4 de pH; la carga neta de las proteínas es cero; por encima y por debajo de este valor, las proteínas miofibrilares presentan cargas crecientes y se repelen, aumentando su volumen; lo cual tiene un efecto significativo en la capacidad de retención de agua, por lo tanto a un pH fuera del punto isoeléctrico la capacidad de retención de agua se maximiza.

## 2.3 COLOR DE LA CARNE DE CERDO

El color de la carne de cerdo esta determinado por el estado químico del pigmento mioglobina que se encuentra en el músculo. La mioglobina contiene un átomo central de hierro, el estado del hierro (ferroso o férrico) en la globina y sus enlaces con diferentes gases determina el color del pigmento. En carne de cerdo fresca la mioglobina existe en una forma oxigenada conocida como oximioglobina, la cual presenta un color rojo brillante, un rojo más púrpura está asociado a la mioglobina no oxigenada. La oxidación de la mioglobina u oximioglobina a metmioglobina da como resultado un color más café en la carne de cerdo (Van Heugthen, 2000).

La mioglobina al ser una proteína sarcoplasmática se puede disolver en agua perdiéndose de esta manera en la purga de la carne y afectando la intensidad de color rojo de la carne de cerdo.

Lawrie (1985; citado por Van Heugthen, 2000), indica que el color de la carne de cerdo puede ser fuertemente influenciado por el pH y el proceso de enfriamiento de la carne. La oxigenación de la molécula oximioglobina y el efecto del pH en las proteínas de la carne dan como resultado un color más oscuro, mientras que una caída rápida del pH de la carne hace que la mioglobina se oxide a metmioglobina dando una apariencia más pálida a la carne de cerdo.

## **2.4 SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN Y PAGO DE CANALES DE CERDO**

Según Amador (2000), es práctica altamente diseminada en plantas de Productos Cárnicos que la carne se catalogue comercialmente por el porcentaje de carne magra del animal. La pérdida de agua o purga representa también una importante característica de la calidad de la carne, por lo tanto un sistema de catalogación de animales por rangos de pérdida de agua o purga ayudaría a la bonificación o descuento al momento de recibir animales, esto significaría también un incentivo a los productores de cerdo por mejorar la calidad de sus animales.



## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 UBICACIÓN**

El muestreo del experimento se desarrolló en la Planta de Industrias Cárnicas y los análisis de color y pH se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), en la Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano”, ubicada a 30 km al este de Tegucigalpa, departamento Francisco Morazán, Honduras.

### **3.2 MATERIALES Y EQUIPO**

#### **3.2.1 Materiales**

- Bistecs de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*, con un grosor de 2.5 cm
- Agua destilada estandarizada a pH 7
- Bandejas de poliestireno
- Papel toalla, milimetrado y acetatos
- Pié de rey
- Materiales de laboratorio

#### **3.2.2 Equipos**

- Colorímetro Colorflex Hunter Lab
- Balanza y Balanza analítica
- Potenciómetro Orión 91-03
- Licuadora de alimentos Oster

### **3.3 METODOLOGÍA**

Para la realización de la investigación se evaluaron 30 cerdos de engorde de las razas; Landrace, Yorkshire y Duroc y sus respectivos cruces, de la unidad de Ganado Porcino de la Institución y de productores externos, sacrificados entre las edades de 5 y 6 meses, con pesos al momento de sacrificio de aproximadamente 110 Kg, durante 6 semanas se escogieron 10 animales, al azar durante la jornada de sacrificio, cada 2 semanas.

Los músculos evaluados en el estudio fueron *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*. Dos bistecs se separaron de cada músculo por cada animal, 4 bistecs en total con pesos entre 50 y 100 gramos y con un grosor de 2.5 cm, fueron seleccionados.

Según Honikel (1998), una pieza de carne de 2 cm de grosor es suficiente para medir la cantidad de purga a las 24 horas después del sacrificio del animal, el corte de la carne a evaluar se realiza entre la 10<sup>ma</sup> y 11<sup>va</sup> vértebra torácica, el corte se suspende en una red dentro de una bolsa plástica. El porcentaje de pérdida de peso es reportado como purga a las 48 horas.

Un bistec de cada músculo fue evaluado a las 48 horas después del sacrificio, mientras que el bistec restante de cada músculo fue empacado en bandeja por 7 días y se analizaron al término de este tiempo. Los bistecs en bandejas fueron almacenados a temperaturas de refrigeración iguales a las que se encontraba las canales de los cerdos antes del desposte.

Los cerdos evaluados se escogieron de forma aleatoria y en diferentes horas de la jornada de sacrificio para evitar similitudes en el nivel de estrés y comportamiento de los animales antes de sacrificio y la calidad de la carne post-mortem.

Se evaluaron el peso vivo, las características de la canal de cerdo; peso canal caliente, peso canal frío, grasa dorsal y área del ojo del lomo, evaluadas 48 horas después de sacrificio, características de los músculos; pH, color y porcentaje de purga se evaluaron a las 48 horas y a los 7 días después de sacrificio.

### **3.3.1 Características de la canal**

Los valores de grasa dorsal se obtuvieron mediante el promedio de tres lecturas a la 1<sup>era</sup>, 10<sup>ma</sup> y 12<sup>va</sup> costilla de cada cerdo. El área del ojo del lomo se cuantificó dibujando el ojo del lomo en acetatos y con la ayuda de papel milimetrado se determinó el área del ojo del lomo. Ambas mediciones se registraron siguiendo los métodos descritos en el manual para la Evaluación de Canales de Cerdo de la Universidad de Oklahoma, diseñado por Ray (1990).

Los pesos del animal vivo, canal caliente y canal frío se registraron antes del sacrificio, antes de refrigeración de la canal y antes del desposte que se realizó a las 48 horas después de sacrificio, respectivamente.

### **3.3.2 Determinación de la pérdida de purga**

La purga se evaluó utilizando el método EZ-Driploss adaptado por Correa *et al.* (2006), en el cual, la purga se cuantifica por diferencia de peso de los bistecs de cada músculo y el líquido restante de los bistecs debe ser retirado utilizando papel absorbente. Para los bistecs evaluados a las 48 horas de sacrificio se tomó el dato de los pesos iniciales y se repesó 1 hora después de registrado el peso inicial y se reportó la purga a las 48 horas

después de sacrificio (en porcentaje), los pesos de los bistecs a ser evaluados a los 7 días se tomaron antes de ser embandejados y el peso final se registró a los 7 días de almacenamiento en temperaturas de refrigeración y se reportó la purga a los 7 días después de sacrificio.

### 3.3.3 Análisis de color y pH

El color de las muestras de los músculos se evaluó utilizando el colorímetro Hunter Lab, claridad ( $L^*$ ), intensidad del color rojo ( $a^*$ ) típico de la carne e intensidad de color amarillo ( $b^*$ ); fueron los parámetros evaluados, las muestras de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus* se prepararon en cuadros de 5x5 cm del centro del bistec, tanto en los bistecs evaluados a las 48 horas después de sacrificio como a los 7 días después de sacrificio. De cada variable ( $L^*$   $a^*$   $b^*$ ), se tomaron tres lecturas y se promediaron para la obtención de los datos.

El pH de las muestras de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus* se obtuvo utilizando una emulsión con una relación de 9 mililitros de agua por cada gramo de carne, las lecturas se registraron utilizando un potenciómetro marca Orión, se tomaron tres lecturas por muestra y se registró el promedio de estas.

## 3.4 DESARROLLO DE LAS ECUACIONES DE PREDICCIÓN

Las ecuaciones de predicción se desarrollaron por medio de regresiones múltiples con la ayuda del programa estadístico SAS<sup>®</sup>, para predecir la pérdida de purga a los 7 días después de sacrificio para los músculos *Semitendinosus* y *Longissimus dorsi*. Se seleccionó el modelo que cumplía con los requerimientos de mayor ajuste al modelo lineal  $R^2$  ajustado, menor valor del índice de Mallows  $C(p)$  y que no exista colinealidad entre las variables independientes, ya que si las variables independientes están correlacionadas entre ellas mismas el modelo de predicción es menos exacto.

Para el desarrollo de las ecuaciones de predicción se tomaron en cuenta las variables de peso vivo, las características de la canal de cerdo (peso canal caliente, peso canal frío, grasa dorsal y área del ojo del lomo), los valores de pH y pérdida de purga a las 48 horas después de sacrificio.

## 3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) para determinar si existe diferencia estadística entre los músculos evaluados. Donde cada semana representó un bloque, por las diferencias en el nivel de estrés y comportamiento de los animales que da como resultado cada jornada de sacrificio. Los músculos utilizados se evaluaron por medio de un análisis de varianza (ANDEVA), con una separación de medias Tukey, con

una significancia exigida de ( $P < 0.05$ ), para determinar la existencia de diferencia significativa en la purga, color y pH a los 7 días de sacrificio.

Los valores evaluados a las 48 horas y a los 7 días, después de sacrificio, pH; pérdida de purga; y los valores de color  $L^*$   $a^*$  y  $b^*$  se evaluaron como medidas repetidas en el tiempo, para determinar si existió un cambio significativo en las variables. Las medias de los valores a las 48 horas y 7 días después de sacrificio por músculo se evaluaron con una separación de medias Tukey con una significancia exigida de ( $P < 0.05$ ).

Para el desarrollo de las ecuaciones de predicción se utilizó regresión múltiple lineal para determinar la purga a los 7 días después de sacrificio en los dos músculos, se escogió el mejor modelo de regresión con el máximo ajuste lineal,  $R^2$  ajustado, el mínimo estadígrafo de Mallow,  $C(p)$  y teniendo en cuenta que las variables independientes no presenten colinealidad entre si mismas.

La ecuación propuesta para predecir la pérdida de purga a los 7 días de sacrificio para bistecs del músculo *Longissimus dorsi*, se validó con 8 animales seleccionados totalmente al azar sacrificados en 4 semanas distintas de la realización del estudio, para la validación se utilizó la Prueba T.

Se desarrolló un estudio de correlación para determinar qué característica tiene mayor influencia en los valores de purga a las 48 horas después de sacrificio. La grasa dorsal presento mejor correlación entre las características de la canal, por lo tanto, los animales fueron divididos en 2 grupos según su grasa dorsal.  $< 2$  cm y  $> 2$  cm.

Todos lo análisis se desarrollaron utilizando el programa “Statistical Analysis System” SAS<sup>®</sup> Versión 9.1.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 VARIABLES EVALUADAS A 48 HORAS Y 7 DÍAS DE SACRIFICIO

Los valores de porcentaje de purga, pH, y color L\* a\* b\*, fueron evaluados como medidas repetidas en el tiempo a las 48 horas y a los 7 días después de sacrificio. Tanto el músculo *Longissimus dorsi* como el *Semitendinosus* no presentaron interacción del tiempo ( $P>0.05$ ) entre los valores de pH evaluados a las 48 horas y a los 7 días después de sacrificio (Figura 1) y fueron iguales para ambos músculos evaluados ( $P>0.05$ ) (Cuadro 1). Estos datos coinciden con Santoyo (2005), quien indica que el pH de la carne de cerdo tiende a aumentar 24 horas después de sacrificio hasta encontrar un valor constante a los 5 a 6 días después de sacrificio. Asimismo, Aberle (2001) indica que el pH de la carne de cerdo disminuye por la conversión del glucógeno a ácido láctico después de sacrificio y luego aumenta cuando la carne entra a rigidez cadavérica, disminuyendo lentamente a medida que la carne es ablandada por acción proteolítica de catepsinas y calpainas.

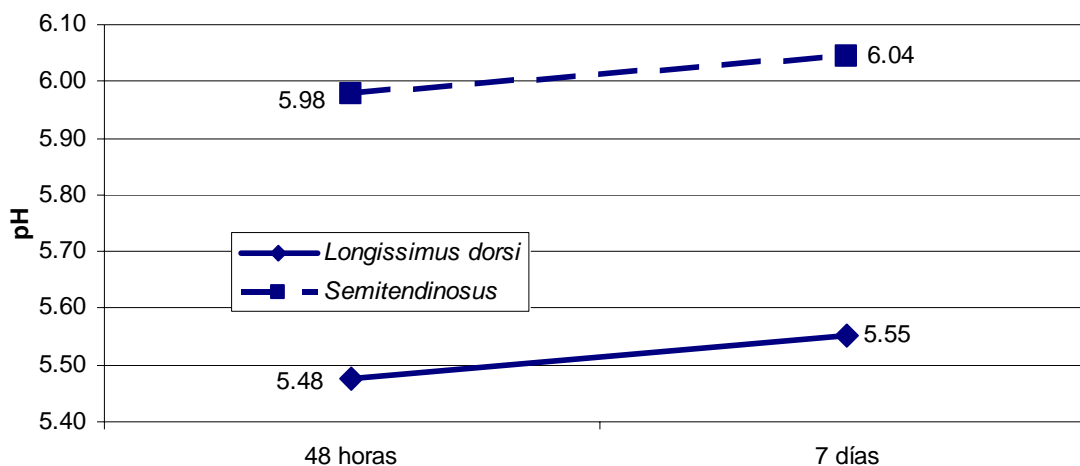


Figura 1. Valores de pH a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*.

Cuadro 1. Medias de los valores de pH a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*.

Músculo	pH 48 horas	pH 7 días
<i>Longissimus dorsi</i>	5.48 ± 0.23 <sup>a</sup>	5.55 ± 0.30 <sup>a</sup>
<i>Semitendinosus</i>	5.98 ± 0.28 <sup>a</sup>	6.04 ± 0.27 <sup>a</sup>

a Medias en la misma fila, con letra igual son significativamente iguales (P>0.05).

En los valores de porcentaje de purga sí existió interacción del tiempo (P<0.05), el valor de purga a los 7 días después de sacrificio fue significativamente mayor (P<0.05) que el valor de purga a las 48 horas después de sacrificio para los dos músculos evaluados (Cuadro2), coincidiendo con Roseiro *et al.* (1994), quienes informaron que la purga aumenta con el tiempo de almacenamiento de la carne. Esto ocurre por la acción proteolítica de catepsinas y calpainas que liberan el agua del interior de las células cuando rompen su estructura.

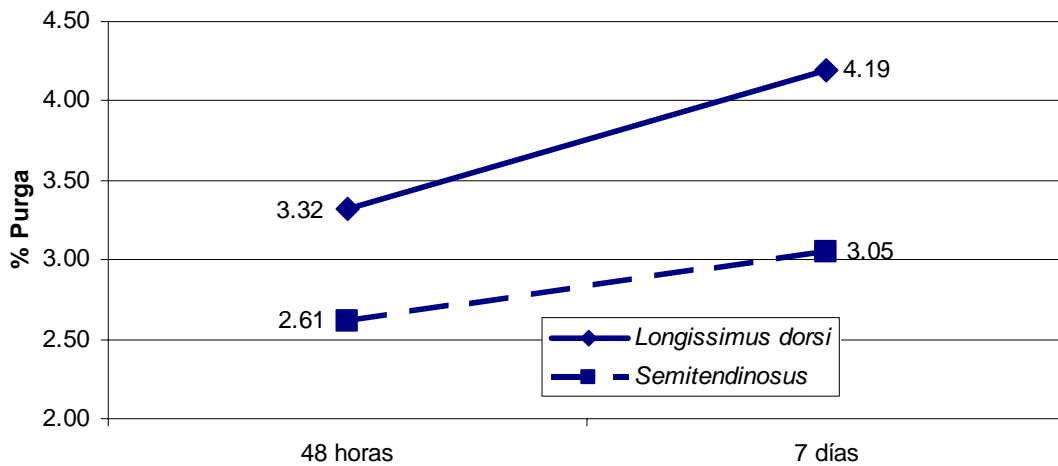


Figura 2. Porcentaje de purga a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*.

Cuadro 2. Medias de porcentaje de purga a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*.

Músculo	% Purga 48 horas	% Purga 7 días
<i>Longissimus dorsi</i>	3.32 ± 1.21 <sup>b</sup>	4.19 ± 1.54 <sup>a</sup>
<i>Semitendinosus</i>	2.61 ± 0.88 <sup>b</sup>	3.05 ± 0.75 <sup>a</sup>

a-b Medias en la misma fila, con letra diferente son significativamente diferentes (P<0.05).

En este estudio el porcentaje de purga a las 48 horas en el músculo *Longissimus dorsi* fue de 3.32%, dato que coincide con las observaciones de Christensen (2003), quien presenta la misma cantidad de purga.

Ninguno de los dos músculos presentó interacción del tiempo entre los valores L\* ( $P>0.05$ ) a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, el brillo a las 48 horas de sacrificio fue igual ( $P>0.05$ ) que el brillo a los 7 días después de sacrificio (Cuadro 3).

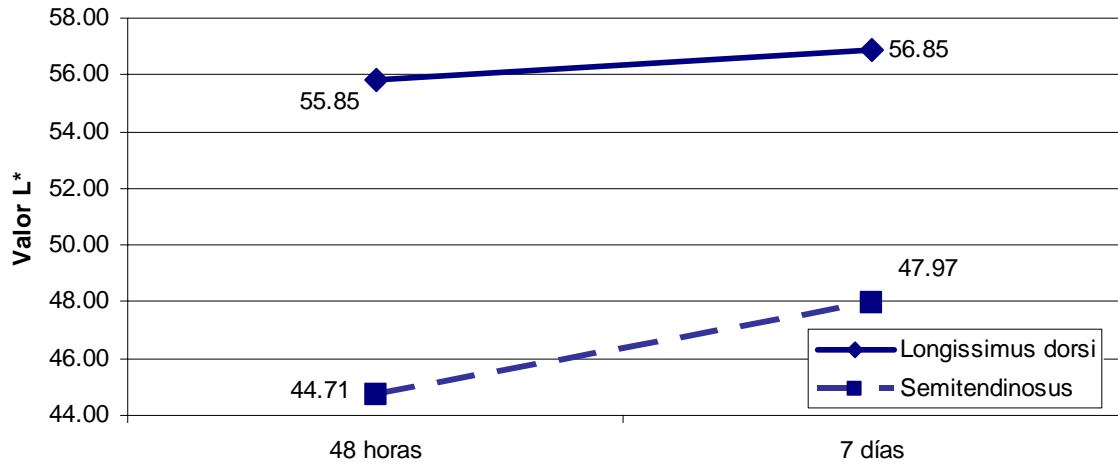


Figura 3. Valores L\* a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*.

Cuadro 3. Medias de los valores L\* a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*.

Músculo	L* 48 horas	L* 7 días
<i>Longissimus dorsi</i>	55.85 ± 1.09 <sup>a</sup>	56.85 ± 1.24 <sup>a</sup>
<i>Semitendinosus</i>	44.71 ± 1.26 <sup>a</sup>	47.90 ± 1.13 <sup>a</sup>

a Medias en la misma fila, con letra igual son significativamente iguales ( $P>0.05$ ).

En cuanto al valor a\* de color se observó interacción del tiempo ( $P<0.05$ ) a las 48 horas y 7 días después de sacrificio en el músculo *Longissimus dorsi*, siendo significativamente menos rojo ( $P<0.05$ ) a los 7 días después de sacrificio. La intensidad de color rojo no presentó interacción del tiempo en el músculo *Semitendinosus* presentando igual intensidad de color rojo ( $P>0.05$ ), tanto a las 48 horas como a los 7 días después de sacrificio. Según Aberle (2001), la reducción del color rojo en el tiempo se debe a la pérdida de la mioglobina en la purga.

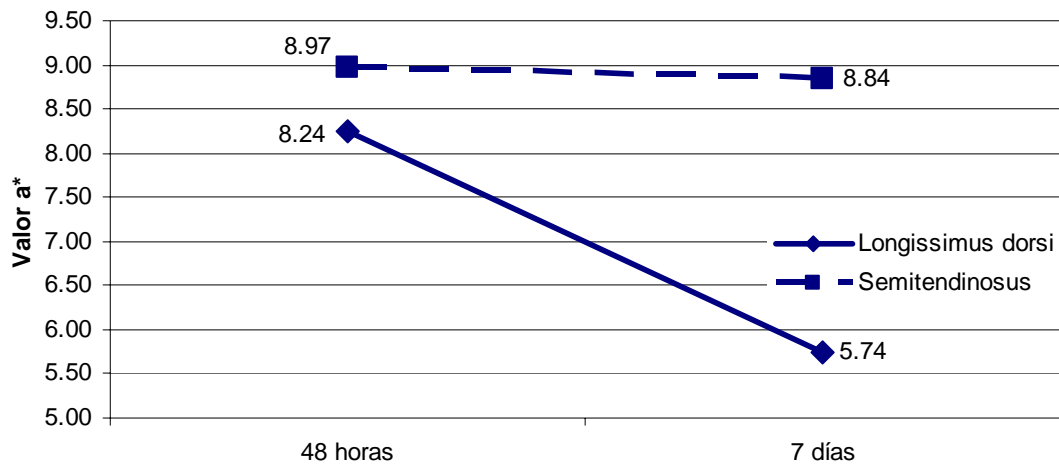


Figura 4. Valores a\* a las 48 horas y 7 días después de sacrificio de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*.

Cuadro 4. Medias de los valores a\* a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*.

Músculo	a* 48 horas	a* 7 días
<i>Longissimus dorsi</i>	8.28 ± 0.83 <sup>a</sup>	5.74 ± 0.96 <sup>b</sup>
<i>Semitendinosus</i>	8.97 ± 0.98 <sup>a</sup>	8.84 ± 1.01 <sup>a</sup>

a-b Medias en la misma fila, con letra diferente son significativamente diferentes (P<0.05).

El valor b\* de color presentó interacción del tiempo (P<0.05) a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, aumentando la tonalidad amarilla (P<0.05) a los 7 días después de sacrificio para los dos músculos evaluados.

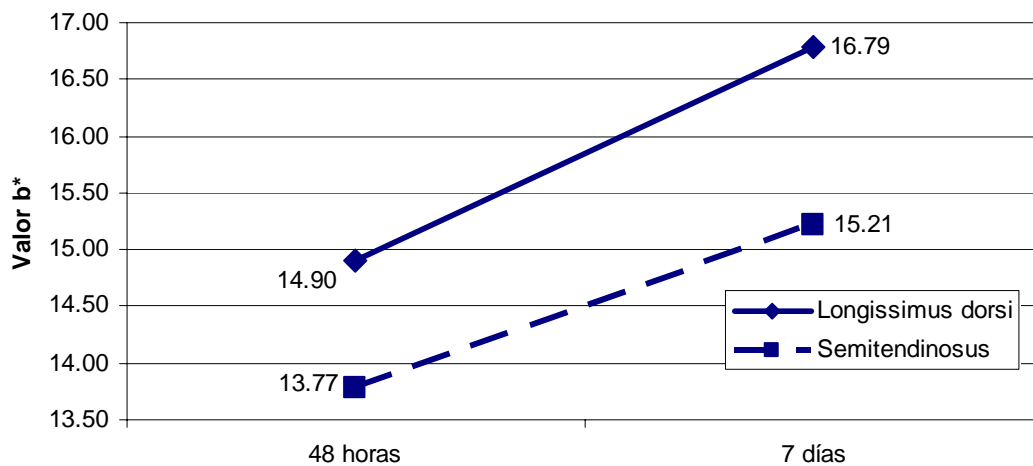


Figura 5. Valores b\* a las 48 horas y 7 días después de sacrificio de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*.



Cuadro 5. Medias de los valores b\* a las 48 horas y 7 días después de sacrificio, de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*.

Músculo	b* 48 horas	b* 7 días
<i>Longissimus dorsi</i>	14.90 ± 0.94 <sup>b</sup>	16.79 ± 1.06 <sup>a</sup>
<i>Semitendinosus</i>	13.77 ± 0.87 <sup>b</sup>	15.21 ± 0.98 <sup>a</sup>

a-b Medias en la misma fila, con letra diferente son significativamente diferentes (P<0.05).

#### 4.2 DIFERENCIAS ENTRE LOS MÚSCULOS EVALUADOS

Se encontraron diferencias significativas (P<0.05) entre los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus* de la canal de cerdo a los 7 días después de sacrificio. (Cuadro 1). Los valores de purga se encuentran dentro de lo reportado por Offer (1994) y (1998). Esto se debe a que el músculo *Semitendinosus* tiene mayor cantidad de proteínas sarcoplasmáticas que tienen la función de retener el agua en la carne.

Aberle (2001), indica que la mioglobina se relaciona directamente con la retención de agua de la carne y por lo tanto con la purga de la misma, ya que el agua libre se une a los grupos cargados eléctricamente de esta proteína, cuando el pH de la carne se aleja del punto isoeléctrico de la mioglobina (5.2) la retención de agua de la carne aumenta ya que hay más cargas disponibles para inmovilizarla.

El pH 7 días después de sacrificio, demostró diferencias significativas (P<0.05) entre los dos músculos evaluados, siendo el valor del músculo *Semitendinosus* mayor al valor de pH del músculo *Longissimus dorsi*. Esto concuerda con investigaciones realizadas por Buege (2003), quien presenta los mismos valores de pH, que los de este estudio, para estos dos músculos. El músculo *Longissimus dorsi* al ser un músculo blanco presenta valores menores de pH, lo cual según Graziotti *et al.* (2000), se debe a que a mientras mayor es el porcentaje de fibras anaeróbicas blancas, mayor es la producción de ácido láctico proveniente del metabolismo anaeróbico de estas fibras.

En cuanto a color, evaluado a los 7 días después de sacrificio, para el valor L el músculo *Longissimus dorsi* es significativamente más claro (P<0.05), que el músculo *Semitendinosus*, debido a que el músculo *Longissimus dorsi* al ser un músculo de soporte presenta mayor porcentaje de fibras blancas.

La Asociación Nacional de Productores de Cerdos de EUA. (1999), sugiere que el valor ideal de L\* se encontraría entre 43 y 49 Van Heugthen (2000). Como se puede observar en el Cuadro 6 el valor L\* del músculos *Semitendinosus* de 47.97, se acomoda a los valores ideales para la carne de cerdo de NPPC. Mientras que el músculo *Longissimus dorsi* presenta una tonalidad más clara.

Para el valor a\*, el músculo *Semitendinosus* resultó como más rojo que el músculo *Longissimus dorsi* (P<0.05), mientras que en el valor b\* el músculo *Longissimus dorsi* demostró una tonalidad significativamente más amarilla (P<0.05) que la tonalidad

registrada por el músculo *Semitendinosus*. El músculo *Longissimus dorsi*, al ser un músculo de soporte, necesita menos energía y tiene menor cantidad de mioglobina, es por esto que presenta una menor intensidad de color rojo (a\*), en comparación al músculo *Semitendinosus* el cual es un músculo de movimiento que necesita más energía y por lo tanto tiene mayor presencia de mioglobina.

Cuadro 6. Medias de los valores de porcentaje de purga, pH, valores de color; L\*, a\* y b\* a los 7 días después de sacrificio de los músculos de cerdo *Semitendinosus* y *Longissimus dorsi*.

Músculo	Purga (%)	pH	L*	a*	b*
<i>Semitendinosus</i>	3.05 ± 0.75 <sup>b</sup>	6.04 ± 0.27 <sup>a</sup>	47.90±1.13 <sup>b</sup>	8.84 ± 1.01 <sup>a</sup>	15.21±0.98 <sup>b</sup>
<i>Longissimus dorsi</i>	4.19 ± 1.54 <sup>a</sup>	5.55±0.30 <sup>b</sup>	56.85±1.24 <sup>a</sup>	5.74 ±0.96 <sup>b</sup>	16.79±1.06 <sup>a</sup>

a-b Medias en la misma columna, con letra diferente son significativamente diferentes (P<0.05).

### 4.3 ECUACIONES DE PREDICCIÓN DE PURGA A LOS 7 DÍAS DESPUÉS DE SACRIFICIO

Para el músculo *Semitendinosus*, de todas las variables evaluadas, el modelo con el mayor ajuste lineal, presentó un R<sup>2</sup> de 0.58 un valor de estadígrafo de Mallow de 1.79 (Ver ecuación 1).

$$\% \text{ Purga} = 1.54930 - 0.01173\text{Peso canal caliente (Kg)} + 0.94524\text{Grasa dorsal (cm)} + 0.22431\text{Purga a las 48 horas (\%)} \quad [1]$$

El modelo para la predicción de purga a los 7 días después de sacrificio para el músculo *Longissimus dorsi*, presentó un ajuste lineal de 0.86 y un valor en el estadígrafo de Mallow de 1.87 (Ver ecuación 2). En donde se puede observar un menor peso en el intercepto en comparación a la ecuación 1.

$$\% \text{ Purga} = 0.67122 - 0.01093\text{Peso canal caliente (Kg)} + 0.49202\text{Grasa dorsal (cm)} + 0.90356\text{Purga a las 48 horas (\%)} \quad [2]$$

Con la prueba de residuales estandarizados se comprobó que ningún dato incluido en la realización de las ecuaciones 1 y 2 se encontrara fuera de tipo.

#### 4.3.1 Validación

Debido a su alto ajuste lineal la ecuación 2 para predecir purga en bistecs del músculo *Longissimus dorsi*, se escogió para ser validada. La validación se evaluó con la Prueba T utilizando el programa estadístico SAS, para determinar si existía diferencia estadística significativa entre la purga real y la purga predicha a los 7 días después de sacrificio de 8 cerdos seleccionados al azar no incluidos en la realización de la ecuación de predicción

(Cuadro 7), se observó una probabilidad ( $P. > 0.05$ ), la cual indica que no existe diferencia significativa entre la purga predicha por la ecuación y purga real observada.

Cuadro 7. Datos utilizados para la validación de la ecuación 2.

Animal	Peso Vivo (kg)	Grasa (cm)	% Purga 48*	% Purga real	%Purga predicha
1	80.42	1.69	2.98	3.48	3.62
2	103.47	1.98	4.92	6.25	5.30
3	90.81	1.92	5.03	5.89	5.50
4	117.51	1.29	5.31	5.73	5.15
5	78.32	1.54	4.73	5.06	5.17
6	92.32	1.61	4.59	5.19	4.92
7	114.06	2.14	4.72	4.98	5.08
8	79.88	1.87	3.38	4.25	4.08

#### 4.4 CLASIFICACIÓN DE ANIMALES POR PURGA

El peso vivo y las características de la canal de cerdo fueron correlacionadas con la purga a los 7 días después de sacrificio, siendo la grasa dorsal la variable con la mejor probabilidad de correlación ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 8. Correlaciones de grasa dorsal con purga a las 48 horas después de sacrificio.

	<i>Semitendinosus</i> Grasa Dorsal	<i>Longissimus dorsi</i> Grasa Dorsal
% Purga a las 48 horas de sacrificio	0.66214* < 0.0001**	0.63534* 0.0002**

\* Valor de correlación de Pearson. \*\* Probabilidad.

Las correlaciones presentadas entre grasa dorsal y purga a las 48 horas después de sacrificio fue positiva en el caso de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*, por lo tanto la grasa dorsal fue la variable seleccionada para generar la clasificación de animales por purga del músculo *Longissimus dorsi*.

Cuadro 9. Valores de purga a las 48 horas para rangos de grasa dorsal para el músculo *Longissimus dorsi*.

Grasa Dorsal	% Purga <i>Longissimus dorsi</i>
<2 cm	3.36 ± 0.77
>2 cm	5.77 ± 0.97

En el Cuadro 9 se pueden observar los valores medios de purga entre los 2 rangos de grasa dorsal propuestos para clasificar las canales de cerdo por purga en el músculo *Longissimus dorsi* almacenado a temperaturas de refrigeración. Para un grosor menor a 2 cm de grasa dorsal la purga oscila entre 2.58 y 4.12%, mientras que para el grosor de grasa dorsal mayor a 2 cm la purga oscila entre 4.80 y 6.74%. Si no se llegara a un acuerdo con el productor de cerdos de realizar el pago de las canales después de que las

canales hayan sido despostadas, el valor estimado de la purga a las 48 horas después de sacrificio (Ver Cuadro 9), puede ser utilizado en la ecuación 2 propuesta en este estudio.

Según Amador (2000), la grasa dorsal es un factor decisivo para determinar la cantidad libras de una canal de cerdo y también para la bonificación o castigo de las canales de cerdo. El valor de grasa dorsal, según el estudio presentado, determina también la purga en el músculo *Longissimus dorsi*, por lo tanto la purga debe considerarse también como justificativo al momento de bonificar o castigar el precio de las canales de cerdo.

## 5. CONCLUSIONES

- La ecuación validada que predice la pérdida de purga en el músculo *Longissimus dorsi* a los 7 días después de sacrificio es:  
$$\% \text{ Purga} = 0.67122 - 0.01093 \text{Peso canal caliente (Kg)} \\ + 0.49202 \text{Grasa dorsal (cm)} + 0.90356 \text{Purga a las 48 horas (\%)}$$
- El *Longissimus dorsi* es el músculo que da mejor ajuste lineal para predecir la purga a los 7 días después de sacrificio.
- El músculo *Longissimus dorsi* presenta mayor purga, mayor brillo y mayor tonalidad amarilla, pero menor valor de pH y menor intensidad de color rojo, que el músculo *Semitendinosus* a los 7 días después de sacrificio.
- El músculo *Longissimus dorsi* presento interacción del tiempo a las 48 horas y 7 días después de sacrificio en la purga, color rojo y amarillo, mientras que el músculo *Semitendinosus* presentó interacción del tiempo en las variables de purga y color amarillo, ninguno de los 2 músculos evaluados presentó interacción del tiempo para la variable de pH y de claridad de color.
- La mejor correlación con purga a las 48 horas fue observada en la característica de Grosor de grasa dorsal.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el experimento con un mayor número de observaciones para el músculo *Semitendinosus* para determinar si se mejora el modelo lineal ajustado de la ecuación propuesta para este músculo en el estudio.
- Comparar temperaturas de almacenamiento para los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*, con el fin de determinar su efecto en la purga.
- Evaluar otros músculos de fibras blancas para determinar si la ecuación propuesta en este estudio, se ajusta a la purga de diferentes músculos de la canal de cerdo.
- Utilizar la ecuación de predicción de pérdida de purga a los 7 días de sacrificio en los animales antes de que la carne se seleccione para comercialización.
- Utilizar la catalogación de animales por rangos de grasa para estimar la purga como determinación de bonificación y castigo de las canales de cerdo.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Aberle, D, Forrest, J, Gerrard, D, Mills, E. 2001. Principles of Meat Science. Edit Kendall/Hunt. Estados Unidos. 354p.

Amador, I. 2000. Sistema de clasificación y pago por calidad de canales porcinas en Colombia (en línea). Consultado el 14 de septiembre de 2007. Disponible en: <http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/expoferia/ignacio.htm>

Buege, D. 2003. Pork Muscle Profiling Study (en línea). Consultado el 10 de octubre de 2007. Disponible en: <http://www.pork.org/PorkScience/Research/Documents/02-189-BUEGE.ABS.12-16-03.pdf>

Christensen, L. B. 2003. Drip loss sampling in porcine m. longissimus dorsi. Meat Science, 63(4), 469–477.

Correa, J, Méthot, S, Faucitano, L. 2006 A modified meat juice container (EZ-Driploss) procedure for more reliable assessment of Drip loss and related quality changes in pork meat. Journal of Muscle Foods 18 (2007) 67–77.

Felix, L. 2003 Carne (en línea). Consultado el 3 de octubre de 2007. Disponible en: <http://www.csgastronomia.edu.mx/profesores/calimentos/prefabricados/material/CARNE%20.htm>

Forrest, J, Aberle, D, Hedrick, B, Judge, M, Merkel, R. 1979 Fundamentos de la Ciencia de la Carne. Edit. Acribia. Zaragoza. España. 150-158 pp.

Geesink, G, Schreutelkamp F, Frankhuizen R, Vedder H, Faber N, Kranen R, Gerritzen M. 2003. Prediction of pork quality attributes from near infrared reflectance spectra. Meat Science 65, 661–668.

Graziotti, G, Ríos, C, Basso, L. 2000. Las fibras musculares esqueléticas y la producción de carne en el cerdo (en línea). Consultado el 10 de octubre de 2007. Disponible en: [http://www.produccionbovina.com/produccion\\_porcina/35-fibras\\_musculares.pdf](http://www.produccionbovina.com/produccion_porcina/35-fibras_musculares.pdf)

Honikel, O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49(4), 447–457.

Huff-Lonergan, E, Baas, T, Malek, M, Dekkers, J, Prusa, K, Rothschild, M. 2002. Correlations among selected pork quality traits. *J. Anim. Sci.* 80, 617–627.

National Swine Improvement Federation. (NSIF). 1996. Guidelines for uniform swine programs (en línea). Consultado el 9 de mayo de 2007. Disponible en: <http://209.85.165.104/search?q=cache:CjXnP3NBVWMJ:www.nsif.com/guidel/guidelines.wpd+pound+prediction+3.877&hl=es&ct=clnk&cd=3&gl=hn>

Offer, G. 1994. Progress in the Biochemistry, Physiology and Structure of Meat. Proceedings of the 30<sup>th</sup> European Meeting of Meat Research Workers, Bristol. August 1994. England. Vol.1:6, 87. 1994.

Offer, G. Knight, P. 1998. The structural basis of water holding in meat. Part 1: General principles and water uptake in meat procesing. In: *Development in Meat Science-6*(R.A. Lawrie Ed.). Elsevier Science Publisher, London. 336 pp.1998a.

Offer, G, Knight, P. 1998. The structural basis of water holding in meat. Part 2: Drip losses. In: *Development in Meat Science-6* (R.A. Lawrie Ed.). Elsevier Science Publisher, London. 336 pp.1998 b.

Otto, G, Roehe, R, Looft, H, Thoelking, L., Kalm, E. 2004. Comparison of different methods for determination of drip loss and their relationships to meat quality and carcass characteristics in pigs. *Meat Science* 68 (2004) 401–409

Otto, G, Roehe, R, Looft, H, Thoelking, L, Henning, M, Plastow, G, Kalm, E. 2006. Drip loss of case-ready meat and of premium cuts and their associations with earlier measured sample drip loss, meat quality and carcass traits in pigs. *Meat Sci.* 72, 680–687.

Ray, F. 1990. Pork Carcass Evaluation and Procedures (en línea). Consultado el 8 de octubre de 2007. Disponible en: <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-2044/ANSI-3725web.pdf>

Roseiro, L; Santos, C; Melo, R. 1994. Muscle pH 6.0, colour (L,a,b) and water-holding capacity and the influence of postmortem meat temperature. *Meat Sci.* Vol. 38:353-359.

Rosenvold, K, Andersen, H, 2003. Factors of significance for pork quality - a review. *Meat Sci.* 64, 219–237.

Santoyo, S. 2005. Carne y productos cárnicos (en línea). Consultado el 10 de Octubre de 2007. Disponible en: [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/santoyo/elaboracion/carneyproductoscarnicos.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/santoyo/elaboracion/carneyproductoscarnicos.pdf)



Van Heugthen, E. 2000. Understanding pork quality (en línea). Consultado el 25 de septiembre de 2007. Disponible en:  
[http://mark.asci.ncsu.edu/Swine\\_News/2001/sn\\_v2403%20\(April\).html](http://mark.asci.ncsu.edu/Swine_News/2001/sn_v2403%20(April).html)