

**Efecto del proceso duchado y tiempo de  
escaldado durante la cosecha de cerdo en las  
propiedades físico-químicas, microbiológicas  
y sensoriales de la carne**

**César Jamil Kun Astudillo**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2008

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Efecto del proceso duchado y tiempo de escaldado durante la cosecha de cerdo en las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de la carne**

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

Presentado por

**César Jamil Kun Astudillo**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2008

# **Efecto del proceso duchado y tiempo de escaldado durante la cosecha de cerdo en las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de la carne**

Presentado por:

César Jamil Kun Astudillo

Aprobado:

---

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

---

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

---

Edgar Edmundo Ugarte, M.Sc.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

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

## RESUMEN

Kun, C. 2008. Efecto del proceso de duchado y tiempo de escaldado en las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de la carne. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 33p.

El proceso de cosecha tiene como objetivo principal mantener la calidad de las canales, reduciendo cualquier fenómeno que cause estrés antemortem y comprometa la calidad de la carne. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del duchado y tiempo de escaldado en las propiedades físico-químicas (textura, color, pH, purga y humedad), microbiológicas (mesófilos aerobios totales) y sensoriales del músculo *Longissimus dorsi* de cerdo. Para determinar el efecto de estos factores se evaluó el efecto del duchado (antes y después de la insensibilización) y dos tiempos de escaldado (1.5 y 2.5 min). Se utilizó un diseño experimental BCA con un arreglo factorial 2x2 dando como resultado cuatro tratamientos, formados por tres individuos cada uno, con tres repeticiones para un total de 36 unidades experimentales. Se realizó un análisis de varianza con el modelo lineal (GLM) con separación de medias (LSMENAS ajustadas a TUKEY), fijando un nivel de significancia de 95%. Se encontró interacción entre factores para L\* y a\*, purga y conteo de aerobios totales. La textura y pH (día 0, 1) fueron afectados solo por la ducha mientras que la humedad y los atributos sensoriales al día 5 no fueron afectados por los factores estudiados. La mejor combinación de factores basándose en color y purga de la carne obtenida fue duchando antes del proceso de insensibilización y 2.5 minutos de escaldado.

**Palabras claves:** color, insensibilizado, *Longissimus dorsi*, pH, purga

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros.....	v
Índice de Figuras y Anexos.....	vi
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>6</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>11</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>30</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>32</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Arreglo factorial.....	10
2	Diseño de bloques completos al azar.....	10
3	Medias para el atributo color, a través tiempo.....	11
4	Medias para el atributo jugosidad, a través del tiempo.....	12
5	Medias para el atributo suavidad, a través del tiempo.....	13
6	Medias para el atributo sabor, a través del tiempo.....	14
7	Medias para aceptación general, a través del tiempo.....	15
8	Medias de pH, a través del tiempo.....	15
9	Medias del valor $L^*$ , a través del tiempo.....	18
10	Medias del valor $a^*$ , a través del tiempo.....	20
11	Medias del valor $b^*$ , a través del tiempo.....	21
12	Medias de fuerza de corte, a través del tiempo (kN).....	22
13	Medias de humedad (%), a través del tiempo.....	24
14	Medias de aerobios totales ( $\text{Log}_{10}$ UFC/g), a través del tiempo.....	25
15	Medias de purga, a través del tiempo.....	26
16	Correlación de pH con $L^*$ , $a^*$ , purga y UFC/g.....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS Y ANEXOS

Figura		Página
1	Descenso de pH en músculos destinados a presentar DFD, PSE o Apariencia normal.....	3
2	Cambios de pH en el tiempo para cada tratamiento.....	16
3	Valores de pH para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 0.....	17
4	Valores de pH para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 1.....	17
5	Valores de pH para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 5.....	18
6	Valores de L* para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 1.....	19
7	Valores de L* para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 5.....	20
8	Fuerza de corte para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 1.....	23
9	Fuerza de corte para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 5.....	23
10	Log <sub>10</sub> UFC para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 1.....	25
11	Log <sub>10</sub> UFC para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 5.....	26
Anexo		Página
1	Formato utilizado para el análisis sensorial de aceptación.....	33

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el término cosecha de animales está estrechamente relacionado con el trato humano que reciben los mismos al ser cosechados. La cosecha es para la industria cárnica uno de los procesos de preponderante importancia ya que de esta depende en nivel de calidad de carne que se obtenga a partir de las canales producidas.

Los últimos 5 minutos previos al cosecha son decisivos para la calidad de la carne, ya que si el manejo ante-mortem es estresante, la calidad de la carne obtenida es muy baja. Las mayores afecciones con respecto a calidad se originan en el manejo ante mortem, incluyendo el insensibilizado y el desangrado. Todas las etapas de la cosecha deben realizarse a medida, con el objetivo siempre de reducir el estrés causado a los animales durante este proceso.

Una de las variables sobre el cual pesa toda la estabilidad del proceso de cosecha, es el insensibilizado, el mismo que de no cumplirse de manera adecuada genera un grado superior de estrés en los animales a cosecharse. Para realizar un correcto insensibilizado utilizando dispositivos eléctricos, se rocía a los animales con agua a temperatura ambiente (16°C), esto con el fin de mejorar la conductividad eléctrica en los mismos y consecuentemente generar una inconsciencia más larga (Grandin, 2002). Knowles *et al.* (1998) manifiesta que el constante rocío de agua antes de la cosecha puede reducir notablemente la temperatura de los animales, comprometiéndolos directamente a un estrés inmediato.

El estrés causado a los animales durante la cosecha produce cambios no deseados en los atributos de la carne como textura, color y apariencia. Siendo estos dos últimos de importante valor en la determinación de calidad de la misma. Estas dos principales condiciones de un color y apariencia anormal se conocen como PSE (Pale Soft Exudative) y DFD (Dark Firm Dry). Ambas son fuertemente influenciadas por el manejo previo y durante la cosecha, aunque el PSE es determinado primordialmente por el genotipo.

La presente investigación se realizó con el principal objetivo de estudiar las variaciones sobre la calidad físico-química de la carne de cerdo ocasionadas por la insensibilización con y sin un duchado previo, así como además el efecto del tiempo de escaldado al que son sometidas las canales durante el proceso de cosecha.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo General

Evaluar el efecto del proceso duchado y tiempo de escaldado en las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales del *Longissimus dorsi* de cerdo.

### 1.1.2 Objetivos específicos

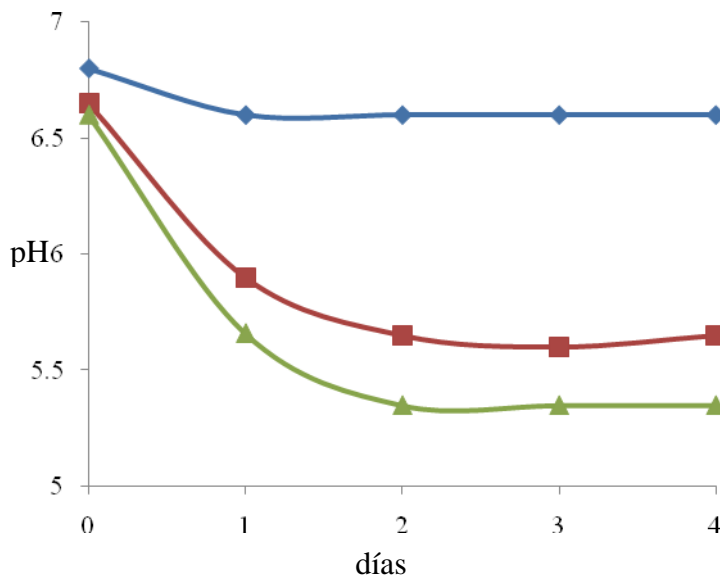
- ✓ Evaluar el efecto del proceso de duchado y tiempo de escaldado en el color, textura, pH, humedad y purga de *Longissimus dorsi* de cerdo.
- ✓ Evaluar el efecto del proceso de duchado y tiempo de escaldado en las propiedades microbiológicas de *Longissimus dorsi* de cerdo.
- ✓ Evaluar el efecto del proceso de duchado y tiempo de escaldado en las propiedades sensoriales del *Longissimus dorsi* de cerdo.
- ✓ Determinar la mejor combinación de los factores.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES

Al hablar de la calidad de la carne tenemos que referirnos principalmente a dos tipos de factores siendo estos: genéticos y no genéticos. Como factores genéticos nos enfocamos en la presencia del gen Halonato o el gen receptor de la ryanodina. Por otro lado, al hablar de factores no genéticos se engloban una cantidad mayor de variantes, tales como: tiempo de contacto del animal con el humano, tipo de manejo del manejo antes y durante el insensibilizado, vocalización al momento del insensibilizado. Estos se consideran factores de mucha importancia, ya que influyen de manera directa debido a su estrecho vínculo con el manejo de los animales antes de la cosecha (Grandin, 1998).

Una de las anomalías que presenta una notoria influencia en la calidad de la carne es la presencia de la carne PSE y la carne DFD.



**Figura 1.** Descenso de pH en músculos destinados a presentar DFD, PSE o apariencia normal.

## **2.3 pH, COLOR Y PURGA**

Según Coma y Piquer (1999), el pH, color y retención de agua son atributos que están íntimamente interrelacionados y muy importantes, ya que las alteraciones en dichos atributos son las bases para poder determinar defectos en la carne como PSE y DFD. Tanto el color como la capacidad de retención de agua dependen de los cambios de pH durante la transformación *post-mortem* de músculos a carne.

### **2.3.1 pH de la carne**

Wayne (2001), comenta que una vez comienza el proceso de cosecha el pH presenta cambios drásticos a con el paso del tiempo que están regidos en su mayoría por la producción de ácido láctico a través de la degradación de glucógeno, este fenómeno de conversión es conocido como glucogenólisis, el mismo que es activado por la enzima glucógeno fosforilasa que va quitando glucosas de una rama del glucógeno hasta dejar 4 moléculas de glucosa en la rama, la glucantransferasa toma tres de estas glucosas y las transfiere a la rama principal y por último, la enzima desramificante quita la molécula de glucosa sobrante en la reacción.

Este fenómeno se da como consecuencia de la necesidad que tienen los músculos de producir energía para mantenerse activos disminuyendo de esta forma las reservas de glucógeno, y por ende una caída menos marcada en el pH luego de la cosecha, siendo el resultado final una carne DFD, pero por otro lado un estrés intenso momentos antes del aturdimiento o la cosecha provoca un incremento en la síntesis de ácido láctico, siendo el resultado final una carne PSE.

### **2.3.2 Color de la carne**

El color de la carne está regido por la cantidad de la proteína conocida como mioglobina, la cual tiene en el músculo la función de almacenar oxígeno. Según Knipe (2006), la cantidad de concentración de mioglobina en la carne está relacionada con factores como la edad, especie, y tipo de fibra del animal.

Según Knipe (2006), la mioglobina contiene hierro y 95% del hierro de la carne se encuentra en la mioglobina. Inicialmente el color de la carne, antes de ser cortada, por el efecto de la mioglina posee un color púrpura, cuando esta empieza a tener contacto con el oxígeno toma un color rojo brillante pero oxidarse el color rojo brillante se convierte en un marrón claro.

### 2.3.3 PURGA

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.

### 2.4 COSECHA

La calidad de la carne está directamente relacionada al manejo que recibieron los animales antes y durante la cosecha. Esta está compuesta por diferentes etapas como: aturcido, desangrado, escaldado, depilado, eviscerado y refrigeración. El proceso comienza con el roció de agua sobre los animales, para proceder al aturcido y posteriormente al desangrado. Una vez culminado el desangrado se procede al escaldado y finalmente al depilado y eviscerado.

Según Woltersdorf (1989; citado por Grandin, 2004), el aturcido eléctrico es el más método comúnmente usado a nivel global junto con el aturcido manual con pinzas (70-250V). Además existen dispositivos automáticos de aturcido con alta tensión (400-1000 V). La máxima cantidad de voltaje recomendado durante el aturcido es de 250V. Aturdimiento eléctrico es aceptable desde el punto de vista fisiológico, si se alcanza un mínimo de 1,2 amperios, inmediatamente después del comienzo de la operación de aturdimiento. La corriente que pasa por el cuerpo del animal provoca una combinación de ataques epilépticos inconsciencia. También se puede conseguir una inmovilización y rigidez con el uso de un mejor voltaje pero este periodo es mucho más corto. La corriente, que fluye durante la operación de aturdimiento, depende tanto del voltaje usado para el aturdimiento como de la resistencia entre los electrodos y la superficie del animal, los cuales por lo general reciben un roció de agua para mejorar la conductividad eléctrica.

El aturcido eléctrico con 250V es aceptable, pero si se coloca la terminal de aturcido de una manera inadecuada puede causar un pequeño periodo de asfixia al animal. Troeger (1989; citado por Grandin, 2004), comenta que el tiempo entre aturcido y desangrado no debe ser mayor a 20 segundos de lo contrario el animal podría recuperar conciencia y se causaría un gran estrés al mismo. Alarcón *et al.* (2005), encontraron que un mayor tiempo de escaldado reduce la caída de pH y mejor el color durante los primeros días de maduración de la carne.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. UBICACIÓN**

El presente estudio se realizó en la Planta de Industrias Cárnicas, los análisis físico-químicos se realizaron en el Centro de Evaluación de Alimentos, los análisis microbiológicos en el Laboratorio de Microbiología y los análisis sensoriales en el Laboratorio de Análisis Sensorial ubicados en la carrera de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Tegucigalpa, Honduras.

#### **3.2. MATERIALES Y EQUIPO**

##### **3.2.1 Materiales**

- Bistecs del musculo *Longissimus Dorsi* del cerdo, con un grosor de 2.5 cm
- Bandejas de Poliestireno
- Filmína para envoltura de bandejas
- Papel Toalla
- Bolsas
- Agua destilada
- Beakers
- Probetas
- Platos
- Vasos
- Galletas de soda
- Tubos de ensayo con 9 ml de agua de dilución (agua peptonada)
- Bolsas estériles
- Alcohol al 70%
- Erlenmeyers
- Pipetas de 10ml y 1 ml
- Medio de cultivo Plate Count Agar (PCA)
- Platos Petri
- Espátula
- Gradilla
- Probeta

### 3.2.2 Equipos

- Cuarto de refrigeración a temperatura de  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$
- ColorFlex HunterLab®
- Potenciómetro portátil Oakton
- Balanza y Balanza Analítica
- Aturdidor (“DD” modelo ES)
- Licuadora de Alimentos Hamilton Beach
- Autoclave (modelo 109-85-E, Market Force Industries Inc)
- Cámara de flujo laminar Puriffier class II (catálogo # 36209-04, Fisher Scientific)
- Incubadora Thermolyne Type 42000
- STOMACHER®
- Calentador y agitador Fisher Scientific Isotemp

### 3.3 COSECHA Y MUESTREO

Por cada repetición se realizó la cosecha de 12 cerdos los mismos que arribaron a la planta de cárnicos 24 horas antes de la cosecha, estuvieron alojados en corrales con piso de cemento, drenaje lateral, bebederos y techo de zinc cumpliendo con el espacio requerido por cada animal, que según Grandin (1998) es de  $0.55\text{m}^2$ . Posteriormente la mitad de los mismos fueron introducidos a un corral dentro de la zona de cosecha donde sin recibir ningún tipo de rocío de agua fueron insensibilizados con un aturdidor marca “DD” modelo ES, calibrado a 250 voltios y 3 amperios. Una vez insensibilizados se procedió a colgarlos de una de sus extremidades anteriores y comenzó el desangrado por 5 minutos. Una vez concluido el desangrado, inicio la fase de escaldado donde 3 cerdos recibieron un escaldado de 2.5 minutos en 800 litros de agua a  $60^{\circ}\text{C}$  y los 3 restantes escaldado por 1.5 minutos. Luego de la cosecha se procedió con las fases regulares de la cosecha. La cosecha de la mitad restante se realizó de la misma manera con la única diferencia de que estos recibieron una ducha con agua a  $18^{\circ}\text{C}$  previo al aturdidor. La escaldadora fue drenada y llenada con agua nueva para cada tratamiento.

Una vez concluida la cosecha antes de introducir las canales al cuarto frío se tomó una muestra del músculo *Longissimus dorsi* correspondiente a la décima costilla, de cada cerdo. Dichas muestras se etiquetaron como muestras a las 0 horas.

A las 24 horas se removió el musculo *Longissimus dorsi* de la canal de cada cerdo desinfectando los instrumentos usados entre diferente animal. Se procedió a trozar el corte en pedazos de una pulgada de grosor de los cuales se tomaron 6 segmentos para la evaluación de todas las características físico-químico, microbiológico y sensorial. Los segmentos restantes fueron colocados en bandejas de poliestireno expandido cubiertos con una lámina de surlin, pesados y etiquetados individualmente para su posterior análisis al día 5.

### **3.3.1 Condiciones de almacenamiento**

Las muestras fueron almacenadas a  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ , para evitar de esta forma cualquier tipo de degradación que pueda existir en la carne.

## **3.4. ANÁLISIS QUÍMICO**

### **3.4.1. Análisis de humedad**

Se realizó la medición de humedad de las muestras de carne de las 1 y 5 días post cosecha, aplicando los pasos establecidos por el método oficial de la AOAC 950.46. El pesado de las muestras humedad y secas se realizó a las 0 y 24 horas con ayuda de una balanza electrónica, marca Ohaus, modelo LS2000, la extracción de humedad se realizó con la ayuda de los hornos NAPCO modelo 630 y Fisher Scientific®.

### **3.4.2. Análisis de pH**

La medición de pH se realizó a las 0 horas, 1 y 5 días post cosecha, se utilizó un potenciómetro portátil marca “Oakton” previamente calibrado con soluciones buffer de pH 4.00 y 7.00, dichas mediciones se efectuaron a 10 g de cada muestra, disolviéndolas en 100 ml de agua destilada, esperando luego 10 minutos para realizar dicha medición.

## **3.5. ANÁLISIS FÍSICOS**

### **3.5.1. Análisis de color**

Para la evaluación del efecto sobre el color se realizó el análisis a cada muestra utilizando el Colorímetro, Colorflex Hunter L\*a\*b (Model 45-0), con uso de la escala L\*, a\*, b\*. Para ello, las muestras tomadas en la planta correspondientes a las 1 y 5 días post-cosecha, se depositaron en bolsas plásticas para ser transportadas al Centro de Evaluación de Alimentos, se tomó una sub-muestra de acuerdo al tamaño del platillo especial transparente del Colorflex, se colocó dicho platillo con la muestra en la región de lectura de color del Colorflex, se corrió el software para el análisis de la muestra y se registraron los datos obtenidos.

### **3.5.2. Análisis de Textura**

Se utilizó el acople Warner-Bratzler para determinar la fuerza de corte la cual fue medida en cada muestra correspondiente a las 24 horas y 5 días post cosecha, utilizando el Instron 4444. Se cortaron cubos de 2×2×2 paralelos a la fibra muscular. Los valores fueron expresados en kN como fuerza máxima de corte.

### **3.5.3. 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 del músculo y el líquido restante de los bistecs debe ser retirado utilizando papel absorbente.

## **3.6 ANÁLISIS SENSORIAL**

Para el análisis sensorial se utilizó una prueba descriptiva con una escala hedónica del 1 al 5 siendo 1 el valor de aceptación más bajo y 5 el de mayor aceptación. Para este análisis se utilizó un panel no entrenado de 12 personas relacionadas con la industria cárnica. Las características evaluadas fueron: color, jugosidad, suavidad, sabor y aceptación general.

Las muestras fueron bistecs de 2.5 cm de grosor, colocados en una plancha eléctrica con una temperatura de superficie de 315°C, donde se monitoreó el centro geotérmico del producto utilizando el termómetro de inserción BIG RED™, hasta alcanzar la temperatura de 72°C.

## **3.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Se utilizó la técnica conocida como pour plate y como medio el Agar Método Estándar (PCA, por siglas en inglés), el cual es un medio general sin ningún inhibidor de crecimiento, se incubó a 32°C por 24 horas.

Se tomaron 10 g de tres muestras de cada tratamiento y se colocaron en 90 ml de agua peptonada (0.01%), para luego pasar al homogenizado en el Stomacher. Una vez homogenizadas se colocaron 10 ml de cada muestra en una bolsa principal correspondiente a cada tratamiento. Cada una de las bolsas correspondiente a cada tratamiento fue homogenizada y posteriormente se procedió a sembrar por duplicado 1 ml de cada tratamiento correspondiendo a la primera dilución. Se tomó 1 ml de cada tratamiento y se colocó en un tubo de ensayo con 9ml de agua peptonada y se agitó, para posteriormente pasar a sembrar 1 ml de cada tratamiento colocado en los tubos de ensayo correspondiente a la dilución 2.

### 3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la realización del estudio se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con un arreglo factorial 2×2 (Cuadro 1) donde se evaluaron la interacción que tiene cada factor con sus distintos niveles. Se realizaron 3 repeticiones cada repetición constituyo un bloque, cada repetición constó de 3 individuos evaluados, para un total de 36 unidades experimentales (Cuadro 2).

Factor ESCALDADO  
2.5 minutos, 1.5 minutos.

Factor DUCHA.  
Sin ducha, Con ducha

**Cuadro 1.** Arreglo factorial

		Factor TIEMPO DE ESCALDADO	
		1.5MIN	2.5MIN
Factor DUCHA	SIN DUCHA	SIN DUCHA 1.5MIN	SIN DUCHA 2.5MIN
	CON DUCHA	CON DUCHA 1.5MIN	CON DUCHA 2.5MIN

**Cuadro 2.** Diseño de bloques completos al azar.

BLOQUES	CON DUCHA 1.5MIN	CON DUCHA 2.5MIN	SIN DUCHA 1.5MIN	SIN DUCHA 2.5MIN
1	T1R1	T2R1	T3R1	T4R1
2	T1R2	T2R2	T3R2	T4R2
3	T1R3	T2R3	T3R3	T4R3

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 ANÁLISIS SENSORIAL

#### 4.1.1 Color

Los panelistas determinaron que el color en los tratamientos SIN DUCHA 2.5MIN y SIN DUCHA 2.5MIN fue significativamente mejor ( $P<0.05$ ). El tratamiento SIN DUCHA 5.5MIN demostró ser igual además al tratamiento CON DUCHA 2.5MIN. El peor calificado por los panelistas fue el tratamiento CON DUCHA 1.5MIN (Cuadro 3).

En el día 5 se observó que todos los tratamientos fueron significativamente igual en calificación ( $P>0.05$ ). Se encontró efecto del tiempo ( $P<0.05$ ) para el atributo color en el tratamiento SIN DUCHA 1.5MIN, siendo este calificado significativamente menor en el día 5 en comparación al día 1.

Al ser estos resultados relacionados con el análisis de color (Cuadro 9, 10) se puede observar que en el día 1 los panelistas prefirieron las muestras que poseían un color más claro y con una menor intensidad rojiza. Según observaciones realizadas por algunos de los panelistas esto se debe a que los mismos asocian una carne más pálida y menos rojiza con una carne más saludable por ser similar en apariencia a la carne blanca.

**Cuadro 3.** Medias para el atributo color, a través del tiempo.

Tratamiento	Día1	Día 5
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
SIN DUCHA 1.5MIN	4.56 $\pm$ 0.56 <sup>a(x)</sup>	4.17 $\pm$ 0.74 <sup>a(y)</sup>
SIN DUCHA 2.5MIN	4.11 $\pm$ 0.75 <sup>ab(x)</sup>	4.28 $\pm$ 0.66 <sup>a(x)</sup>
CON DUCHA 1.5MIN	3.72 $\pm$ 0.66 <sup>b(x)</sup>	4.05 $\pm$ 0.86 <sup>a(x)</sup>
CON DUCHA 2.5MIN	3.86 $\pm$ 0.83 <sup>b(x)</sup>	4.08 $\pm$ 0.69 <sup>a(x)</sup>
EE	0.11	0.12

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

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

Calificación de atributos usando escala hedónica 1-5. Siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta.

EE Error estándar

DE Desviación estándar

### 4.1.2 Jugosidad

Al evaluar el atributo jugosidad (Cuadro 4), los panelistas no pudieron encontrar diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre tratamientos tanto para el día 1 como para el día 5. Según los panelistas el tiempo no produjo ningún cambio significativo en ninguno de los tratamientos las calificaciones obtenidas son significativamente iguales ( $P>0.05$ ).

Esto se atribuye el atributo jugosidad está directamente relacionado con respecto a la genética de los animales. Este parámetro define en los animales que tan magra es una carne y por ende afectando el nivel de grasa intramuscular presente en los mismos.

**Cuadro 4.** Medias para el atributo jugosidad, a través del tiempo.

Tratamiento	Día1	Día 5
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
SIN DUCHA 1.5MIN	3.80 $\pm$ 0.89 <sup>a(x)</sup>	3.72 $\pm$ 0.97 <sup>a(x)</sup>
SIN DUCHA 2.5MIN	3.75 $\pm$ 0.87 <sup>a(x)</sup>	3.56 $\pm$ 0.91 <sup>a(x)</sup>
CON DUCHA 1.5MIN	3.64 $\pm$ 0.93 <sup>a(x)</sup>	3.67 $\pm$ 0.93 <sup>a(x)</sup>
CON DUCHA 2.5MIN	3.81 $\pm$ 0.95 <sup>a(x)</sup>	3.86 $\pm$ 1.01 <sup>a(x)</sup>
EE	0.15	0.16

a Medias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P>0.05$ ).

x Medias en la misma fila con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P>0.05$ ).

Calificación de atributos usando escala hedónica 1-5. Siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta.

EE Error estándar

DE Desviación estándar

### 4.1.3 Suavidad

Para el atributo suavidad (Cuadro 5) en el día 1 se observa que únicamente el tratamiento CON DUCHA 1.5MIN fue evaluado con una calificación significativamente menor a los restantes ( $P < 0.05$ ). Los mismos que no presentaron diferencias significativas entre ellos ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 5.** Medias para el atributo suavidad, a través del tiempo.

Tratamiento	Día1	Día 5
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
SIN DUCHA 1.5MIN	4.03 $\pm$ 0.56 <sup>a(x)</sup>	4.13 $\pm$ 0.80 <sup>a(x)</sup>
SIN DUCHA 2.5MIN	3.97 $\pm$ 0.61 <sup>a(x)</sup>	4.08 $\pm$ 0.55 <sup>a(x)</sup>
CON DUCHA 1.5MIN	3.39 $\pm$ 0.69 <sup>b(x)</sup>	3.69 $\pm$ 0.89 <sup>b(x)</sup>
CON DUCHA 2.5MIN	3.75 $\pm$ 0.80 <sup>a(x)</sup>	3.94 $\pm$ 0.92 <sup>ab(x)</sup>
EE	0.10	0.12

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

x Medias en la misma fila con misma letra son estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ).

Calificación de atributos usando escala hedónica 1-5. Siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta.

EE Error estándar

DE Desviación estándar

Al día 5 fueron significativamente mejor evaluados ( $P < 0.05$ ) los tratamientos el SIN DUCHA 1.5MIN, SIN DUCHA 2.5MIN y CON DUCHA 2.5MIN, siendo estos estadísticamente ( $P > 0.05$ ) iguales entre sí, no obstante los panelistas no pudieron encontrar diferencias en suavidad para el tratamiento CON DUCHA 2.5MIN y CON DUCHA 1.5MIN ( $P > 0.05$ ). Según los panelistas el tiempo no produjo ningún cambio significativo ( $P < 0.05$ ) en ninguno de los tratamientos con el pasar del tiempo.

Al comparar el cuadro 5 y 13 se puede ver que no existe relación entre la fuerza de corte requerida en el análisis de textura y el atributo suavidad evaluado sensorialmente. Este fenómeno puede atribuirse a que el panel no es capaz de distinguir cambios pequeños en la fuerza de corte, mientras que el Instron al ser un instrumento diseñado específicamente para esto si lo puede hacer.

#### 4.1.4 Sabor

El atributo sabor (Cuadro 6), no presentó diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre tratamientos al momento de ser evaluado tanto para el día 1 como para el día 5.

Dadas las calificaciones de los panelistas el tiempo no produjo ningún cambio significativo ( $P>0.05$ ) en ninguno de los tratamientos, las calificaciones obtenidas son estadísticamente iguales.

**Cuadro 6.** Medias para el atributo sabor, a través del tiempo.

Tratamiento	Día1	Día 5
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
SIN DUCHA 1.5MIN	3.42 $\pm$ 0.73 <sup>a(x)</sup>	3.73 $\pm$ 0.94 <sup>a(x)</sup>
SIN DUCHA 2.5MIN	3.61 $\pm$ 0.60 <sup>a(x)</sup>	3.50 $\pm$ 0.94 <sup>a(x)</sup>
CON DUCHA 1.5MIN	3.72 $\pm$ 0.78 <sup>a(x)</sup>	3.67 $\pm$ 0.95 <sup>a(x)</sup>
CON DUCHA 2.5MIN	3.69 $\pm$ 0.71 <sup>a(x)</sup>	3.56 $\pm$ 0.91 <sup>a(x)</sup>
EE	0.12	0.16

a Medias en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales ( $P>0.05$ ).

x Medias en la misma fila con misma letra son estadísticamente iguales ( $P>0.05$ ).

Calificación de atributos usando escala hedónica 1-5. Siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta.

EE Error estándar

DE Desviación estándar

#### 4.1.5 Aceptación General

La evaluación realizada por los panelistas para aceptación general (Cuadro 7) mostró que sensorialmente no existen diferencias significativas entre tratamientos para el día 1.

No obstante para el día 5 los tratamientos con una significativa mejor calificación fueron SIN DUCHA 1.5MIN, SIN DUCHA 2.5MIN y CON DUCHA 1.5MIN ( $P<0.05$ ). Sin embargo estos dos últimos no demostraron ser estadísticamente diferentes del tratamiento CON DUCHA 2.5MIN ( $P>0.05$ ).

Los calificaciones muestran que en el tratamiento SIN DUCHA 1.5MIN fue el mejor evaluado con el pasar del tiempo, mientras que los demás fueron evaluados de la misma manera que en sí día 1.

**Cuadro 7.** Medias para aceptación general, a través del tiempo.

Tratamiento	Día1	Día 5
	Media ± DE	Media ± DE
SIN DUCHA 1.5MIN	4.22±0.64 <sup>a(x)</sup>	4.56±0.56 <sup>a(y)</sup>
SIN DUCHA 2.5MIN	4.19±0.75 <sup>a(x)</sup>	4.42±0.55 <sup>ab(x)</sup>
CON DUCHA 1.5MIN	4.03±0.77 <sup>a(x)</sup>	4.25±0.55 <sup>ab(x)</sup>
CON DUCHA 2.5MIN	4.06±0.79 <sup>a(x)</sup>	4.22±0.72 <sup>b(x)</sup>
EE	0.12	0.10

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

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05).

Calificación de atributos usando escala hedónica 1-5. Siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta.

EE Error estándar

DE Desviación estándar

#### 4.2 Análisis de pH

Ninguno de los tratamientos presentó pH menor a 5.4 o mayor a 6.2 a las 24 horas (Cuadro 8), estos rangos han sido establecidos para carne PSE y DFD de acuerdo Freise *et al.* (1994).

**Cuadro 8.** Medias de pH, a través del tiempo.

Tratamiento	Día0	Día1	Día 5
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
SIN DUCHA 1.5MIN	6.6±0.02 <sup>b(x)</sup>	5.64±0.04 <sup>c(y)</sup>	5.65±0.01 <sup>a(y)</sup>
SIN DUCHA 2.5MIN	6.61±0.01 <sup>b(x)</sup>	5.67±0.03 <sup>c(y)</sup>	5.66±0.01 <sup>a(y)</sup>
CON DUCHA 1.5MIN	6.63±0.00 <sup>a(x)</sup>	5.7±0.01 <sup>b(y)</sup>	5.65±0.01 <sup>a(z)</sup>
CON DUCHA 2.5MIN	6.75±0.01 <sup>a(x)</sup>	5.79±0.01 <sup>a(y)</sup>	5.66±0.02 <sup>a(z)</sup>
EE	0.00	0.00	0.00

a-c Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05).

x-z Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes (P<0.05).

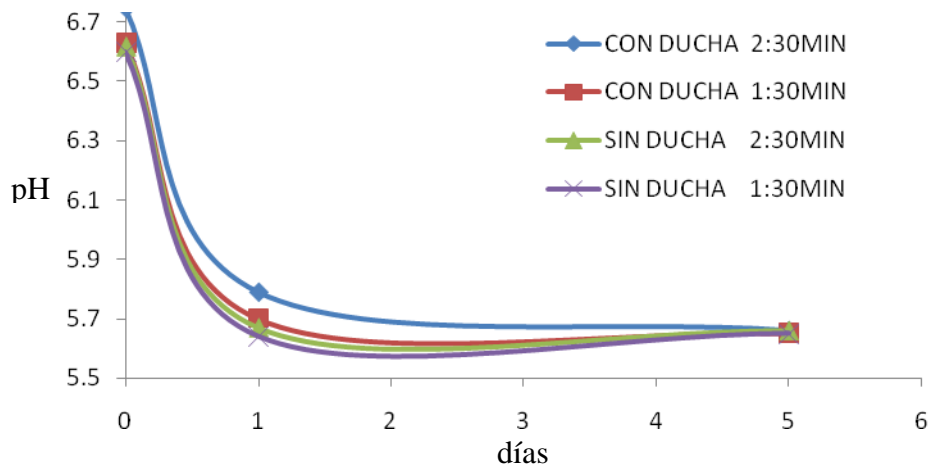
EE Error estándar

DE Desviación estándar

Se puede notar que al día 0 los tratamientos CON DUCHA 2.5MIN y CON DUCHA 1.5MIN presentaron un pH más alcalino que el resto de los demás tratamientos entre los cuales no existió diferencia significativa alguna (P>0.05). En el día 1 después de la cosecha el tratamiento CON DUCHA 2.5MIN continua siendo el tratamiento con el pH

más alcalino, seguido por el tratamiento CON DUCHA 1.5MIN. Mientras que los más ácidos fueron los tratamientos SIN DUCHA 1.5MIN y SIN DUCHA 2.5MIN, entre los cuales no existió diferencia significativa ( $P>0.05$ ). Todos los valores de pH se presentan similitud con los de Aalhus *et al.* (1990) quienes reportan valores de pH de entre 5.64 y 5.80 a las 24 horas (Figura 2).

Al analizar el día 5 después de la cosecha se observa que el nivel de pH se ha uniformizado para todos sin encontrar diferencias significativas para ninguno de los tratamientos ( $P>0.05$ ).

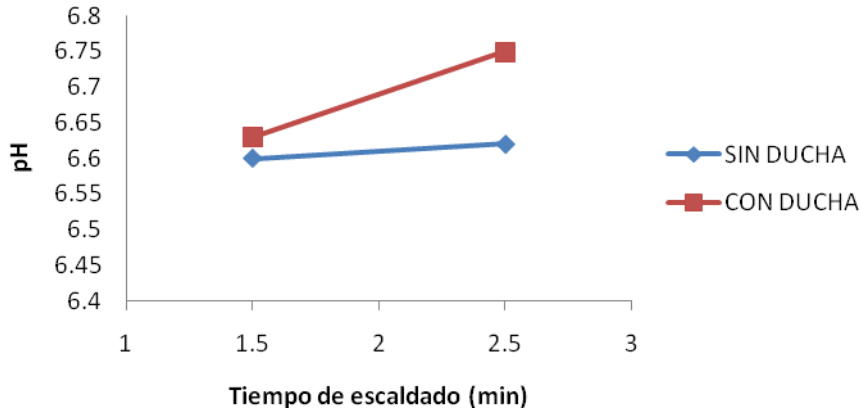


**Figura 2.** Cambios de pH, en el tiempo para cada tratamiento.

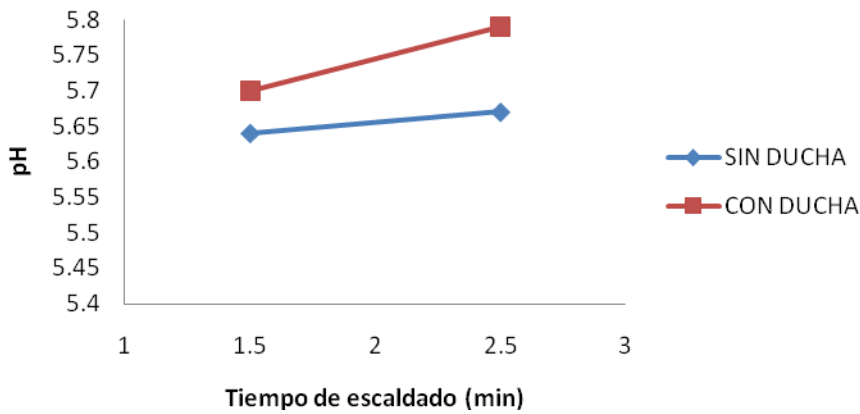
Los tratamientos CON DUCHA 2.5MIN y CON DUCHA 1.5MIN presentaron una significativa diferencia en el tiempo ( $P<0.05$ ), mientras que los tratamientos SIN DUCHA 2.5MIN y SIN DUCHA 1.5MIN presentaron diferencias significativas entre los días 0 y 1 ( $P>0.05$ ), pero no así entre el día 1 y 5, esto debido a que la caída que sufrió el pH en estos tratamientos durante los primeros días hizo que este llegue a su nivel de estabilización antes que el resto de los tratamientos.

La diferencia significativa en el pH se debe a que el estado de inconsciencia en los cerdos que no recibían ducha duraba mucho menos. Al durar menos los cerdos recobraban conciencia durante la etapa de desangrado y por ende presentaban un mayor índice de estrés.

Las figura 3 y 4 ilustran que en tanto en el día 0 como en el día 1 el escaldado tuvo mayor injerencia en el L.D de cerdos que recibieron ducha, los mismos que presentaron un pH más alto a medida que existió un mayor tiempo de escaldado. Por otro lado en el L.D de cerdos que no recibieron ducha el escaldado tuvo un mínimo de efecto. En ambos casos se nota que la ducha es el factor que determina que el nivel de pH que presentaban las muestras.

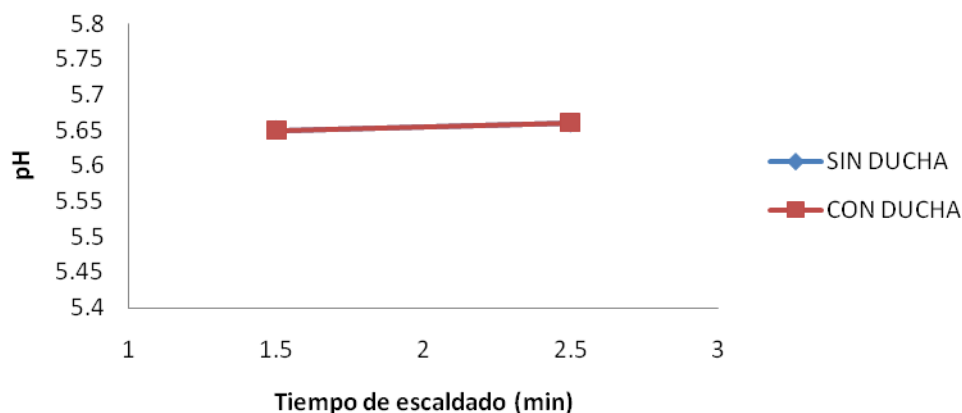


**Figura 3.** Valores de pH para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 0.



**Figura 4.** Valores de pH para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 1.

En el día 5 la figura 5 ilustra que ninguno de los dos factores evaluados influyó en el pH final de la carne, se puede atribuir este fenómeno a otras variables directamente implícitas en la carne de cerdo, siendo una de estas la genética de los animales entre otras.



**Figura 5.** Valores de pH para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 5.

### 4.3 COLOR

#### 4.3.1 Valor L\*

En la evaluación de color para el valor L\* todos los tratamientos presentaron diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en cuanto a la luminosidad de la superficie de la carne. Siendo ubicados los tratamientos SIN DUCHA 1.5MIN, SIN DUCHA 2.5MIN, CON DUCHA 1.5MIN, CON DUCHA 2.5MIN en orden de mayor a menor claridad (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Medias del valor L\*, a través del tiempo.

Tratamiento	Día1	Día 5
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
SIN DUCHA 1.5MIN	57.47 $\pm$ 0.04 <sup>a(x)</sup>	60.80 $\pm$ 0.05 <sup>a(y)</sup>
SIN DUCHA 2.5MIN	55.60 $\pm$ 0.03 <sup>b(x)</sup>	59.22 $\pm$ 0.02 <sup>b(y)</sup>
CON DUCHA 1.5MIN	55.41 $\pm$ 0.06 <sup>c(x)</sup>	54.31 $\pm$ 0.08 <sup>c(y)</sup>
CON DUCHA 2.5MIN	52.32 $\pm$ 0.11 <sup>d(x)</sup>	53.66 $\pm$ 0.06 <sup>d(y)</sup>
EE	0.04	0.04

a-d Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

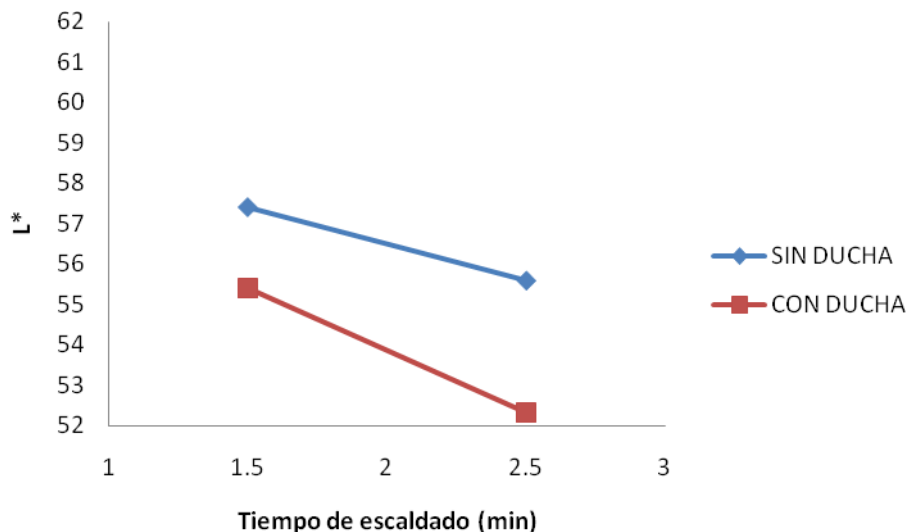
EE Error estándar

DE Desviación estándar

Según Alarcón (2005), una carne puede ser caracterizada como DFD solo si cumple con una luminosidad menor a 48 a las 24 horas después de su cosecha. En el día 5 después de la cosecha se nota que existe la misma tendencia y diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) que existió entre los tratamientos en el día 1. Todos los tratamientos presentan diferencias significativas a través del tiempo ( $P < 0.05$ ), tendiendo a ser cada vez más claros (Cuadro 9).

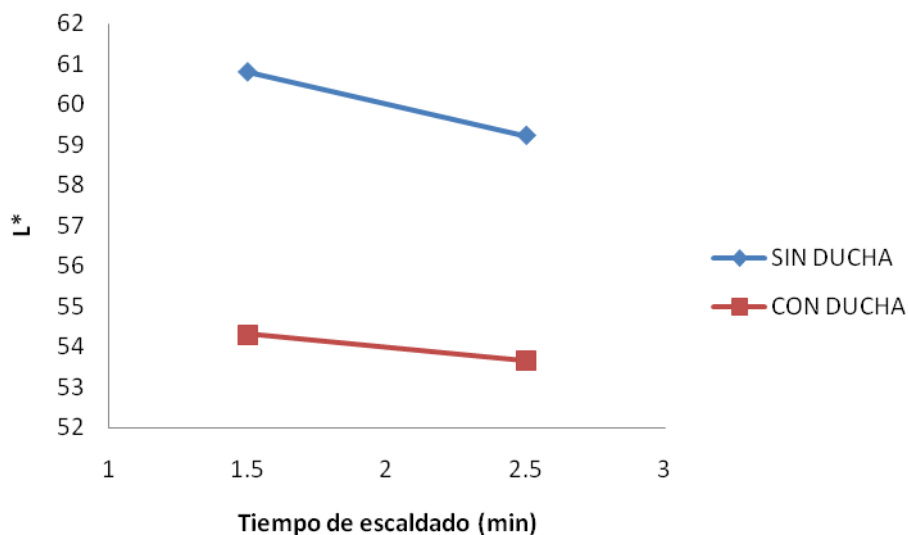
Al analizar los resultados obtenidos en el cuadro 5, se puede observar que la carne de cerdo que presenta los valores de  $L^*$  más bajos fue la que provenía de cerdos que no recibieron ducha y recibieron un menor tiempo de escaldado. Esto debido a que esta carne presentaba un pH significativamente más bajo (Cuadro 8) por ende una mayor cantidad purga (cuadro 15), al existir una mayor cantidad de agua que se encuentra migrando desde el corte hacia el exterior, esta refleja en mayor cantidad la luz que impacta contra el corte haciendo que obtenga valores de  $L^*$  mucho mayores (más claro).

Al observar la figura 6, se nota que el tiempo de escaldado tuvo mayor influencia en los valores de  $L^*$  para el L.D de cerdos que recibieron ducha que en los que no la recibieron. Cabe resaltar que el factor ducha sigue siendo el preponderante al momento de determinar los valores de  $L^*$  para las muestras. Este factor influye directamente en el pH de la carne que a su vez posee un índice de correlación de 89% con el valor  $L^*$ .



**Figura 6.** Valores de  $L^*$  para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 1.

En la figura 7 se puede observar que el factor escaldado no tuvo mayor influencia en el valor  $L^*$  de las muestras. Totalmente contrario al factor ducha que fue el de mayor importancia.



**Figura 7.** Valores de L\* para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 5.

#### 4.3.2 Valor a\*

Al evaluar la variable a\* (Cuadro 10) se observaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre todos los tratamientos en el día 1 siendo el tratamiento CON DUCHA 2.5 el tratamiento que presentó un el valor de a\* (más rojizo) superior a todos los demás, así como también el tratamiento SIN DUCHA 1.5MIN presentó los niveles de a\* más bajos, convirtiéndose de esta manera en el más pálido de todos los tratamientos.

**Cuadro 10.** Medias del valor a\*, a través del tiempo.

Tratamiento	Día1	Día 5
	Media ± DE	Media ± DE
SIN DUCHA 1.5MIN	3.93±0.01 <sup>d(x)</sup>	1.32±0.01 <sup>d(y)</sup>
SIN DUCHA 2.5MIN	4.95±0.01 <sup>c(x)</sup>	3.55±0.01 <sup>c(y)</sup>
CON DUCHA 1.5MIN	4.87±0.01 <sup>b(x)</sup>	4.53±0.01 <sup>b(y)</sup>
CON DUCHA 2.5MIN	6.39±0.01 <sup>a(x)</sup>	5.54±0.01 <sup>a(y)</sup>
EE	0.01	0.01

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

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

EE Error estándar

DE Desviación estándar

En el día 5 se mantuvo el mismo orden y diferencias que existían entre tratamientos a día 1. Al analizar las variables en el tiempo todos los tratamientos presentaron diferencias significativas entre el día 1 y 5 ( $P > 0.05$ ). Tendiendo a ser más pálidos con el pasar del tiempo.

Según Ann *et al.* (2002), la pérdida de color con el tiempo está asociada a la desnaturalización de la mioglobina por la reducción del pH, ya que valores de pH cercanos al punto isoeléctrico de la carne de cerdo hacen que esta pierda mioglobina junto con el agua libre que originalmente presenta la misma. El índice de correlación entre el valor  $a^*$  y el pH es 86%.

### 4.3.3 Valor $b^*$

No se encontraron diferencias significativas para el valor  $b^*$  entre los tratamientos en el día 1 ni en el día 5 ( $P > 0.05$ ). Se registraron diferencias significativas en el tiempo para todos los tratamientos ( $P < 0.05$ ), tendiendo a ser un ligeramente amarillentos con el pasar de los días (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Promedio del valor  $b^*$ , a través del tiempo.

Tratamiento	Día 1	Día 5
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
CON DUCHA 2.5MIN	13.23 $\pm$ 0.01 <sup>a(x)</sup>	14.56 $\pm$ 0.02 <sup>a(y)</sup>
CON DUCHA 1.5MIN	13.29 $\pm$ 0.01 <sup>a(x)</sup>	14.59 $\pm$ 0.06 <sup>a(y)</sup>
SIN DUCHA 2.5MIN	13.22 $\pm$ 0.00 <sup>a(x)</sup>	14.56 $\pm$ 0.03 <sup>a(y)</sup>
SIN DUCHA 1.5MIN	13.23 $\pm$ 0.02 <sup>a(x)</sup>	14.56 $\pm$ 0.03 <sup>a(y)</sup>
EE	0.03	0.02

a Medias en la misma columna con misma letra son estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ).

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

EE Error estándar

DE Desviación estándar

#### 4.4 Análisis de Textura

Con respecto a la textura se observa que en el día 1, el tratamiento CON DUCHA 2.5MIN presentó significativamente una mayor fuerza de corte que el resto de los tratamientos ( $P < 0.05$ ), seguido por los tratamientos CON DUCHA 1.5MIN y SIN DUCHA 2.5MIN entre los cuales no se encontró diferencia significativa alguna. Finalmente el tratamiento SIN DUCHA 1.5MIN el cual presenta la menor fuerza de corte que los demás. Según Lonergan *et al.* (2003), un mayor tiempo de escaldado entre el rango de 2 a 5 minutos mejore en forma sustancial la textura reduciendo la posible incidencia de PSE en la carne durante las primeras horas después de su cosecha (Cuadro 12).

**Cuadro 12.** Medias de fuerza de corte, a través del tiempo (kN).

Tratamiento	Día 1	Día 5
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
SIN DUCHA 1.5MIN	0.06 $\pm$ 0.00 <sup>b(x)</sup>	0.05 $\pm$ 0.00 <sup>b(y)</sup>
SIN DUCHA 2.5MIN	0.06 $\pm$ 0.00 <sup>b(x)</sup>	0.05 $\pm$ 0.00 <sup>b(y)</sup>
CON DUCHA 1.5MIN	0.07 $\pm$ 0.00 <sup>a(x)</sup>	0.06 $\pm$ 0.00 <sup>a(y)</sup>
CON DUCHA 2.5MIN	0.07 $\pm$ 0.0 <sup>a(x)</sup>	0.06 $\pm$ 0.00 <sup>a(y)</sup>
EE	0.00	0.00

a-b Medias en la misma columna letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

EE Error estándar

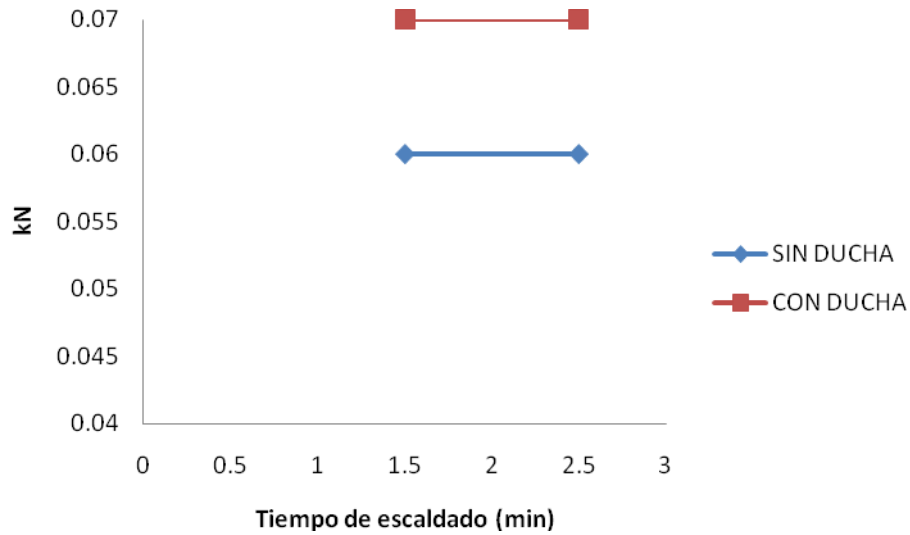
DE Desviación estándar

En el día 5 el tratamiento CON DUCHA 2.5MIN siguió siendo el que presentó mayor fuerza de corte. Encontrándose en segunda instancia el tratamiento CON DUCHA 1.5MIN y por último los tratamientos SIN DUCHA 2.5 MIN y SIN DUCHA 1.5MIN entre los cuales no existió diferencia significativa ( $P > 0.05$ ).

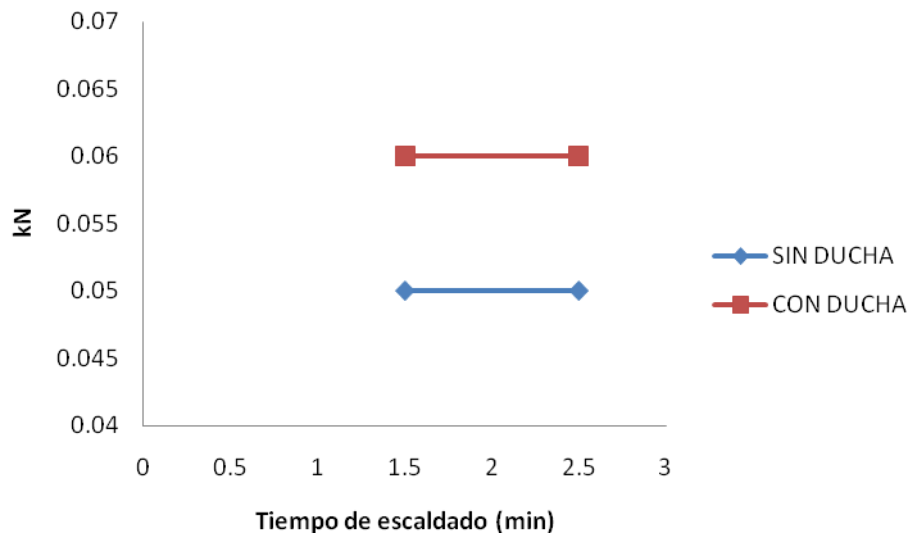
Todos los tratamientos fueron significativamente diferentes con el pasar del tiempo, ya que la fuerza de corte requerida para todos fue sustancialmente menor en el día 5 que en el día 1 (Cuadro 12). Según Price (1994), esto se debe a la degradación natural de la carne a través de proteasa y otras enzimas una vez iniciada su cosecha.

Al comparar los resultados obtenidos en el cuadro 9 y cuadro 13 se observa los tratamientos que poseían un menor pH, poseen también una menor fuerza de corte esto debido a que el complejo actina-miosina se ve afectado directamente por la reducción del pH. Ambas características tuvieron un porcentaje de correlación de 81%.

El factor escaldado no mostró influir en la fuerza de corte del L.D de cerdo para el día, no así el factor ducha que mostró ser de fundamental importancia en esta característica (Figuras 8 y 9).



**Figura 8.** Fuerza de corte para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 1.



**Figura 9.** Fuerza de corte para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 5.

#### 4.5 Análisis de Humedad

Para el parámetro humedad no existieron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos durante el día 1 y de igual forma en el día 5 (Cuadro 13).

El tiempo no produjo cambios significativos ( $P>0.05$ ) en la humedad de ninguno de los tratamientos. Todos los resultados obtenidos se ubican dentro del rango normal establecido por Méndez *et al.* (2002), el cual reporta que el porcentaje de humedad normal presente en la carne de cerdo se encuentra ubicado entre un rango de 72% a 74%.

**Cuadro 13.** Medias de humedad (%), a través del tiempo.

Tratamiento	Día1	Día 5
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
SIN DUCHA 1.5MIN	73.06 $\pm$ 0.07 <sup>a(x)</sup>	72.72 $\pm$ 0.11 <sup>a(x)</sup>
SIN DUCHA 2.5MIN	73.07 $\pm$ 0.06 <sup>a(x)</sup>	72.87 $\pm$ 0.01 <sup>a(x)</sup>
CON DUCHA 1.5MIN	73.04 $\pm$ 0.67 <sup>a(x)</sup>	72.71 $\pm$ 0.53 <sup>a(x)</sup>
CON DUCHA 2.5MIN	73.06 $\pm$ 0.58 <sup>a(x)</sup>	72.73 $\pm$ 0.53 <sup>a(x)</sup>
EE	0.00	0.00

a Medias en la misma columna con misma letra son estadísticamente iguales ( $P>0.05$ ).

x Medias en la misma fila con misma letra son estadísticamente iguales ( $P>0.05$ ).

EE Error estándar

DE Desviación estándar

#### 4.6 Análisis microbiológico

Los tratamientos SIN DUCHA 1.5MIN y SIN DUCHA 2.5MIN presentaron significativamente ( $P<0.05$ ) una menor actividad microbiana que los tratamientos CON DUCHA 1.5MIN y CON DUCHA 2.5 siendo este último el que presentó significativamente una mayor carga microbiana en el día 1 (Cuadro 14).

Al día 5 se mantuvo la misma tendencia que se observó en el día 1, sin existir cambios en el orden que se habían establecido previamente los tratamientos.

Se observó una interacción del tiempo en todos los casos. Ya que todos los tratamientos demostraron un aumento significativo ( $P<0.05$ ) en la carga microbiana después de 5 días de almacenamiento. Según los estándares para alimentos del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA, 1999) los cortes de carne fresca no pueden presentar una cantidad superior a  $10^6$  UFC/g (Unidades formadoras de colonia/gramo).

**Cuadro 14.** Medias de aerobios totales ( $\text{Log}_{10}$  UFC/g), a través del tiempo.

Tratamiento	Día1	Día 5
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
SIN DUCHA 1.5MIN	2.94 $\pm$ 0.02 <sup>c(x)</sup>	3.05 $\pm$ 0.00 <sup>c(y)</sup>
SIN DUCHA 2.5MIN	2.96 $\pm$ 0.00 <sup>c(x)</sup>	3.06 $\pm$ 0.01 <sup>c(y)</sup>
CON DUCHA 1.5MIN	3.09 $\pm$ 0.01 <sup>b(x)</sup>	3.17 $\pm$ 0.04 <sup>b(y)</sup>
CON DUCHA 2.5MIN	3.19 $\pm$ 0.07 <sup>a(x)</sup>	3.24 $\pm$ 0.02 <sup>a(y)</sup>
EE	0.00	0.00

a-c Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

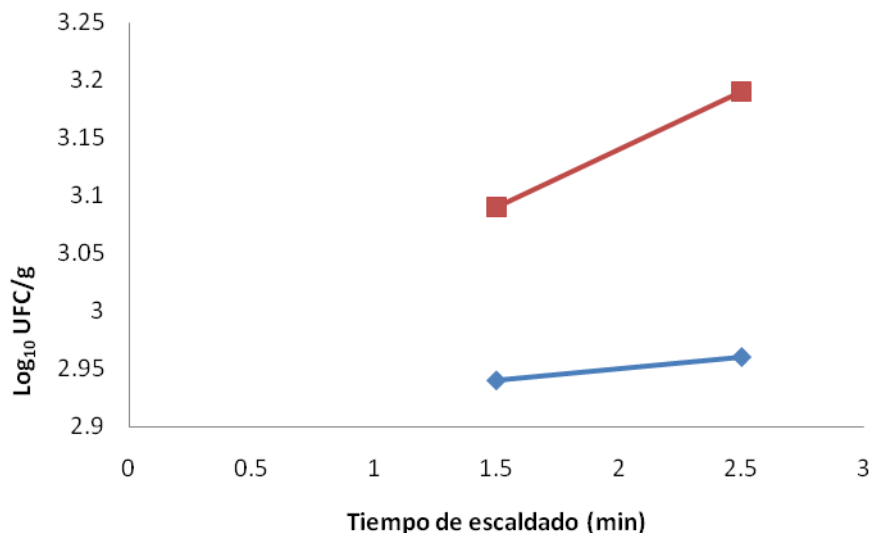
x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

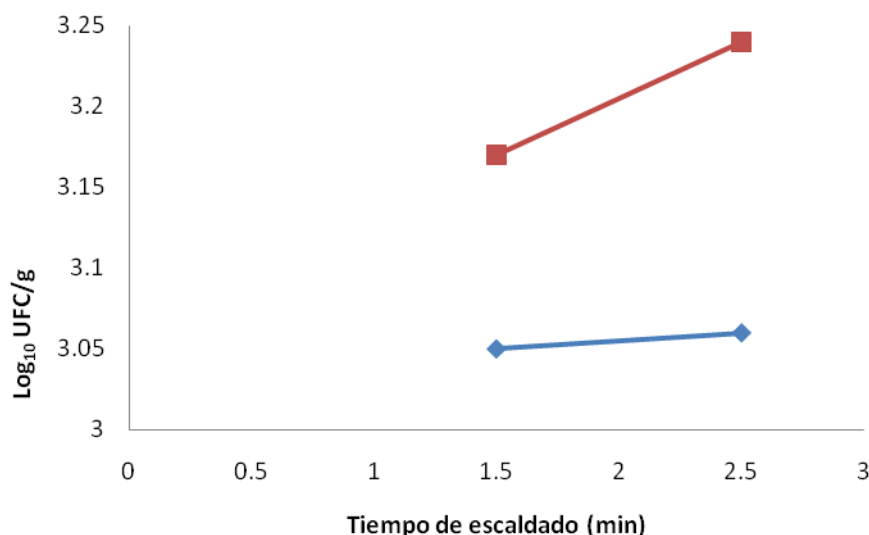
EE Error estándar

DE Desviación estándar

Al analizar el cuadro 8 y cuadro 14 se observa que los tratamientos que presentaron un menor pH también presentan una menor carga microbiológica. Esto debido a que al existir un menor pH hace que las condiciones para el desarrollo microbiológico sean menores. El pH y la carga microbiológica presentaron un índice de correlación de 92%

Las figuras 10 y 11, ilustran que el factor escaldado tuvo una incidencia considerable únicamente en las muestras de L.D de cerdo que recibieron ducha. Esta tendencia fue observada en ambos tiempos de evaluación.

**Figura 10.**  $\text{Log}_{10}$  UFC para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 1.



**Figura 11.** Log<sub>10</sub> UFC para los factores DUCHA y ESCALDADO al día 5.

#### 4.7 Purga

En el día 1 el tratamiento SIN DUCHA 1.5MIN (Cuadro 15) presentó significativamente una mayor cantidad de purga que todos los demás tratamientos ( $P < 0.05$ ). Por otro lado el que mostró una menor cantidad de purga fue el tratamiento CON DUCHA 2.5MIN, mientras que no fueron observadas diferencias significativas entre tratamientos SIN DUCHA 2.5MIN y CON DUCHA 1.5MIN para el valor de porcentaje de purga ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 15.** Medias de purga (%), a través del tiempo.

Tratamiento	Día1	Día 5
	Media ± DE	Media ± DE
SIN DUCHA 1.5MIN	2.94±0.07 <sup>a(x)</sup>	8.30±0.10 <sup>a(y)</sup>
SIN DUCHA 2.5MIN	2.72±0.06 <sup>b(x)</sup>	7.50±0.10 <sup>b(y)</sup>
CON DUCHA 1.5MIN	2.67±0.15 <sup>b(x)</sup>	7.05±0.05 <sup>c(y)</sup>
CON DUCHA 2.5MIN	1.57±0.09 <sup>c(x)</sup>	6.00±0.10 <sup>d(y)</sup>
EE	0.00	0.00

a-c Medias en la misma columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

x-y Medias en la misma fila con letra diferente son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

EE Error estándar

DE Desviación estándar

En el día 5 todos los tratamientos fueron significativamente diferentes, manteniéndose con una menor purga el tratamiento CON DUCHA 2.5MIN y con una mayor purga a todos el tratamiento SIN DUCHA 1.5MIN. El tiempo jugó un papel muy importante ya que todos los tratamientos difirieron significativamente ( $P < 0.05$ ) en su capacidad de retención de agua en el día 1 con el día 5.

Esto coincide con lo expuesto por Dall (2002), quien sustenta que la carne proveniente de cerdos que no reciben una ducha previo al insensibilizado presentan una capacidad retención de agua menor a la de cerdos que si recibieron una ducha previa.

La probabilidad que existió entre el pH con el valor  $L^*$  y la purga fue alta negativa mostrando que a menor pH mayor valor de  $L^*$  (tonos más claros) y de igual manera a menor pH una mayor cantidad de purga. Por otro lado la correlación entre pH con el valor  $a^*$  y UFC/g fue elevada positiva mostrando q a menor pH existe un menor valor de  $a^*$  (tonos menos rojizos) y por ende la reducción de la actividad microbiana.

**Cuadro 16.** Correlación de pH con  $L^*$ ,  $a^*$ , purga y UFC/g.

	$L^*$	$a^*$	Purga	UFC/g
pH	-0.8514 <sup>x</sup>	0.8378 <sup>x</sup>	-0.81589 <sup>x</sup>	0.9245 <sup>x</sup>
	0.0115 <sup>xx</sup>	0.0185 <sup>xx</sup>	0.0231 <sup>xx</sup>	0.004 <sup>xx</sup>

<sup>x</sup>Correlación. <sup>xx</sup>Probabilidad.

## 5. CONCLUSIONES

- Realizar el proceso de duchado después del insensibilizado disminuye el pH del *Longissimus dorsi*, efecto que desaparece a los 5 días, la humedad no se vio afectada por ninguno de los factores estudiados.
- Existió una interacción entre los factores para el color del músculo *Longissimus dorsi*. Mientras más tiempo de escaldado y ausencia de ducha la luminosidad fue menor, la tonalidad rojiza mayor, no afectando así la tonalidad amarillenta. La textura únicamente se vio afectada por la ducha.
- No duchar al animal presenta conteos de aerobios totales menores y el tiempo de escaldado solo afecta la carne proveniente de cerdos duchados. El pH y los conteos de aerobios totales mostraron correlación alta positiva.
- El duchado y el tiempo de escaldado afectaron la purga en el día 5 disminuyendo con mayor tiempo de escaldado y proceso de duchado. El pH y la purga mostraron correlación alta negativa.
- Los factores no tuvieron influencia sobre los atributos sensoriales de color, jugosidad, suavidad y sabor a los 5 días. Todos los tratamientos tuvieron calificaciones de agradables en la aceptación general.
- La mejor combinación de factores basándose en color y purga de la carne obtenida fue el duchado antes del proceso de insensibilizado y 2.5 min de escaldado.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar el estudio con un mayor número de observaciones para reducir el efecto que tienen las variables que no se pueden controlar.
- Utilizar un panel capacitado para de esta manera reducir la variabilidad en los análisis sensoriales.
- Usar personal capacitado en el momento de aturdir de los animales ya que es una fase crítica que puede causar un efecto detrimental en la calidad de la carne.
- Realizar el mismo experimento con rangos de tiempo de escaldado mayores.
- Se recomienda estudiar otros factores durante la cosecha que pueden afectar la calidad de la carne.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Aalhus, J.; Jones, M.; Schaefer, A.; Tong, A.; Robertson, W.; Merrill, J. y Murray, A. 1990. The effect of ractopamine on performance, carcass composition and meat quality of finishing swine. *Canadian Journal* 70: 943-952p.

Alarcón, A.; Duarte, J.; Rodríguez, F.; Janacua, H. 2005. Incidencia de carne palida- suave-exudativa (PSE) y oscura- firme- seca (DFD) en cerdos sacrificados en la región del Bajío en México. *Técnica Pecuaria México* 43(3):335-346.

Ann, J.; Pegg, R. 2002. Meat color (en línea). Consultado 28 Sep. 2008. Disponible en: <http://animalrange.montana.edu/courses/meat/meatcol.pdf>

Coma, J.; Piquer, J. 1999. Calidad de carne en porcino: Efecto de la nutrición. XV curso de especialización FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal), Nutrición y alimentación animal; 197-222.

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.

Dall, M.; Stoier, S. 2002. The effect on drip loss of showering of pigs during lairage (en línea). Consultado 26 Sep. 2008. Disponible en: [http://www.danishmeat.dk/Slagteri\\_og\\_Foraedling/Produktkvalit/Koedkvalitet/Publikationer/Driploss\\_of\\_s.aspx](http://www.danishmeat.dk/Slagteri_og_Foraedling/Produktkvalit/Koedkvalitet/Publikationer/Driploss_of_s.aspx)

Forrest, J. 1996. Meat Quality Problems (en línea). Consultado 27 Sep. 2008. Disponible en: [http://ag.ansc.purdue.edu/meat\\_quality/meat\\_quality\\_problems.html](http://ag.ansc.purdue.edu/meat_quality/meat_quality_problems.html)

Freise, K.; Brewer, S.; Novakofski. 2005. Duplication of the pale, soft and exudative condition starting with normal postmortem pork (en línea). Consultado 18 Sep. 2008. Disponible en: <http://jas.fass.org/cgi/reprint/83/12/2843.pdf>

Grandin, T. Traducido por Giménez M. 1998. La reducción del estrés del manejo mejora la productividad y bienestar del animal. *The Professional Animal Scientist* 14(1).

Grandin, T. 2002. The Welfare of Pigs During Transport and Slaughter (en línea). Consultado 19 Sep. 2008. Disponible en: <http://www.grandin.com/references/pig.welfare.during.transport.slaughter.html>

Grandin, T. 2004. Animal Welfare and Human Slaughter (en línea). Consultado 24 Sep. 2008. Disponible en: <http://www.grandin.com/references/humane.slaughter.html>

Gregory, N. Animal Welfare. CABI Publishing. Wallingford. England. 1998. 287p.

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.

Knipe, L. 2006. Ciencia básica del procesado de la carne (en línea). Consultado 12 oct. 2006. Disponible en: <http://cfaes.osu.edu/~meatsci/SpanishBasic.doc>

Knowles, T.; Brown, S.; Edwards, J.; Warris, P. 1998. Ambient temperature below which pigs should not be continuously showed in lairage. *Veterinary Record*, 143:576-578.

Lonergan, S.; Huff-Lonergan, E.; Schultz-Kaster, C. 2003. Optimization of Commercial Harvest Processes that Affect Pork Water Holding Capacity and Color (en línea). Consultado 22 Sep. 2008. Disponible en: <http://www.pork.org/PorkScience/Research/Documents/02-032-LONERGAN.12-22-03.pdf>

Mendez, R.; Becerril, M.; Rubio, M. 2002. Características de la canal del cerdo pelón mexicano, procedente de Mizantla, Veracruz, Mexico. *Veterinaria México* 33(1): 27-37.

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

Price, J.; Schweigert, M. 1994. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Ed. Acribia. Zaragoza (Esp). 978p.

Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria. 1999. Normas microbiológicas de alimentos. Honduras. 30p.

Warris, P.D. 2003. Ciencia de la carne. Ed. Acribia. Zaragoza (Esp).309p.

Wayne, D. 2001. Meat pH and Pork Quality (en línea). Consultado el 21 Sep. 2008. Disponible en: [http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/swine/facts/info\\_qs\\_meatph.htm](http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/swine/facts/info_qs_meatph.htm)

## **8. ANEXOS**

**Anexo 1.** Hoja de evaluación sensorial.

<b>Hoja de Evaluación Sensorial</b>					
<b>Nombre:</b>	_____				
<b>Fecha:</b>	_____				
<b>Instrucciones:</b> Marque con una X la calificación que a su criterio posee cada muestra en un rango del 1 al 5, bajo los siguientes parámetros:					
<b>Muestra #</b>	_____				
Color	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	<input type="radio"/> Me desagrada Mucho	<input type="radio"/> Me desagrada poco	<input type="radio"/> No me agrada ni me desagrada	<input type="radio"/> Me agrada poco	<input type="radio"/> Me agrada mucho
Jugosidad	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	<input type="radio"/> Me desagrada Mucho	<input type="radio"/> Me desagrada poco	<input type="radio"/> No me agrada ni me desagrada	<input type="radio"/> Me agrada poco	<input type="radio"/> Me agrada mucho
Textura	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	<input type="radio"/> Me desagrada Mucho	<input type="radio"/> Me desagrada poco	<input type="radio"/> No me agrada ni me desagrada	<input type="radio"/> Me agrada poco	<input type="radio"/> Me agrada mucho
Sabor	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	<input type="radio"/> Me desagrada Mucho	<input type="radio"/> Me desagrada poco	<input type="radio"/> No me agrada ni me desagrada	<input type="radio"/> Me agrada poco	<input type="radio"/> Me agrada mucho
Aceptación general	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	<input type="radio"/> Me desagrada Mucho	<input type="radio"/> Me desagrada poco	<input type="radio"/> No me agrada ni me desagrada	<input type="radio"/> Me agrada poco	<input type="radio"/> Me agrada mucho