

**Evaluación de las características  
fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales  
de la carne de cerdos suplementados con  
selenio e importada de Estados Unidos de  
América**

**Pedro Ricardo Andrés Carrillo Palencia**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras  
Noviembre, 2015**

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Evaluación de las características  
fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales  
de la carne de cerdos suplementados con  
selenio e importada de Estados Unidos de  
América**

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

Presentado por

**Pedro Ricardo Andrés Carrillo Palencia**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2015

# **Evaluación de las características físicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la carne de cerdos suplementados con selenio e importada de Estados Unidos de América**

Presentado por:

Pedro Ricardo Andrés Carrillo Palencia

Aprobado:

---

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

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Director  
Departamento de Agroindustria  
Alimentaria

---

Rogel Castillo, M.Sc.  
Asesor

---

Raúl H. Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

# Evaluación de las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la carne de cerdos suplementados con selenio e importada de Estados Unidos de América

**Pedro Ricardo Andrés Carrillo Palencia**

**Resumen:** El consumo de carne de cerdo en Honduras ha aumentado significativamente en la última década. El 80% de la carne de cerdo consumida es importada de Estados Unidos de América y los productores nacionales no han podido competir en el mercado principalmente por el precio; debido a esto se busca mejorar las propiedades de la carne para crear una ventaja competitiva. El objetivo de este estudio fue evaluar las características físicas, químicas, microbiológicas y el grado de aceptación sensorial de la carne de cerdo producida en Zamorano suplementada con selenio e importada, comercializada en los supermercados de Tegucigalpa. El músculo evaluado fue el *Longissimus dorsi*. Se usó un diseño de bloques completos al azar, con tres tratamientos, tres repeticiones y dos medidas en el tiempo (día 2 y 7). La suplementación de selenio durante la etapa desarrollo y final a una concentración de 0.3 ppm tuvo una reducción en la purga de la carne al séptimo día y menor contenido de agua comparada con el control, mientras que la carne importada mejorada presentó mayores concentraciones de cenizas y sodio, pH más elevado, menor purga al día siete y una mejor aceptación en el sabor. Todos los tratamientos cumplieron con los límites microbiológicos. Se necesitan más investigaciones comparando formulaciones de salmueras para el mejoramiento de la carne de cerdo producida en Zamorano teniendo en cuenta las tendencias de consumo.

**Palabras clave:** Inyección, *Longissimus dorsi*, mejoramiento, suplementación.

**Abstract:** Pork consumption in Honduras has increased significantly in the last decade, 80% of the pork consumed is imported from United States of America and local producers have been unable to compete in the market primarily for the price, because of this it seeks to improve the properties of meat to create a competitive advantage. The aim of this study was to evaluate the physical, chemical, microbiological characteristics and the sensory acceptance degree of meat pork produced at Zamorano, produced at Zamorano supplemented with selenium and imported sold in supermarkets at Tegucigalpa, the muscle evaluated was *Longissimus dorsi*. A randomize complete block design (CBD) was conducted with three treatments, three repetitions and time measures (day 2 and 7). Selenium supplementation during development and final stage at a concentration of 0.3 ppm had a meat purge reduction at the seventh day and lower water content compared to the control, while the improved imported meat showed higher concentrations of ashes and sodium, higher pH, lower purge at the 7th day and better acceptance in taste, all treatments showed to be accord with microbiological limits. More research is needed comparing brines formulations for improving pork meat produced at Zamorano considering consumer trends.

**Keywords:** Enhancement, injection, *Longissimus dorsi*, Supplementation.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>20</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>21</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>22</b>
<b>7. ANEXO.....</b>	<b>27</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXO

Cuadros	Página
1. Descripción de los tratamientos.....	3
2. Resultados del análisis de selenio en el <i>Longissimus dorsi</i> crudo de los distintos tratamientos.....	7
3. Medias y desviación estándar (DE) para el porcentaje en base húmeda de proteína cruda en el músculo <i>Longissimus dorsi</i> crudo de los distintos tratamientos. ....	7
4. Medias y desviación estándar (DE) para el porcentaje en base húmeda de grasa en el músculo <i>Longissimus dorsi</i> crudo de los distintos tratamientos. ....	8
5. Medias y desviación estándar (DE) para el porcentaje en base húmeda de cenizas en el músculo <i>Longissimus dorsi</i> crudo de los distintos tratamientos.....	9
6. Medias y desviación estándar (DE) para el porcentaje en base húmeda de humedad en el músculo <i>Longissimus dorsi</i> crudo de los distintos tratamientos. ...	10
7. Medias y desviación estándar (DE) para la fuerza de corte del músculo <i>Longissimus dorsi</i> crudo de los distintos tratamientos. ....	10
8. Medias y desviación estándar (DE) de potencial de hidrógeno (pH) del músculo <i>Longissimus dorsi</i> crudo de los distintos tratamientos. ....	11
9. Medias y desviación estándar (DE) de sodio (mg/100g) del músculo <i>Longissimus dorsi</i> crudo de los distintos tratamientos.....	12
10. Medias para las variables L a* b* de color del músculo <i>Longissimus dorsi</i> crudo de los distintos tratamientos. ....	13
11. Medias para la variable porcentual de purga en el tiempo del músculo <i>Longissimus dorsi</i> crudo de los distintos tratamientos.....	14
12. Medias en el análisis sensorial del atributo color del músculo <i>Longissimus dorsi</i> de los distintos tratamientos. ....	15
13. Medias en el análisis sensorial del atributo aroma del músculo <i>Longissimus dorsi</i> de los distintos tratamientos. ....	15
14. Medias en el análisis sensorial del atributo sabor del músculo <i>Longissimus dorsi</i> de los distintos tratamientos. ....	16
15. Medias en el análisis sensorial del atributo textura del músculo <i>Longissimus dorsi</i> de los distintos tratamientos. ....	16
16. Medias en el análisis sensorial del atributo jugosidad del músculo <i>Longissimus dorsi</i> de los distintos tratamientos. ....	17
17. Medias en el análisis sensorial de aceptación general del músculo <i>Longissimus dorsi</i> de los distintos tratamientos. ....	17
18. Medias aritméticas de índice de peróxidos del músculo <i>Longissimus dorsi</i> crudo de los distintos tratamientos. ....	18

Cuadros	Página
19. Medias de enterobacterias del músculo <i>Longissimus dorsi</i> crudo de los distintos tratamientos.....	19
20. Medias de bacterias mesofilas aerobias del músculo <i>Longissimus dorsi</i> crudo de los distintos tratamientos. ....	19
Anexo	Página
1. Formato de análisis sensorial.....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

La carne de cerdo es la carne más consumida en el mundo, representando el 36% del total de la carne consumida y se espera que esta tendencia continúe (FAO, 2012). En Honduras ha aumentado significativamente el consumo de carne de cerdo en los últimos diez años, duplicándose entre el 2004 y 2008, con un consumo per cápita al año de 4 kg, para el 2011 el consumo había superado los 4.5 kg (USMF, 2014b).

Los principales productores de carne de cerdo son EUA, UE, Canadá y Brasil. El 80% del cerdo consumido en Honduras es importado. Siendo este país el décimo en destino de carne cerdo importada de EUA tanto en volumen como en valor (USMF, 2014a). Las importaciones de cerdo de EUA han crecido constantemente desde que Honduras implementara el CAFTA-DR en 2006 (USMF, 2014a). Asimismo, Canadá ha firmado un tratado de libre comercio con Honduras y aprovechará la importación de carne de cerdo canadiense del país (CPI, 2013).

La carne producida a nivel nacional cuenta con la ventaja de ser comercializada fresca, a pesar de esto la producción de ganado porcino ha venido decayendo en forma notable en los últimos cinco años, esto se refleja en la disminución de un 35% de la producción y el cierre del 50% de las granjas dedicadas a la producción porcina (CE, 2011).

Los productores hondureños no han podido competir por razones primordiales de precio. El 70% de los costos de producción del Ganado Porcino es la alimentación (Peretti, 1999) y el 72.7% de los porcicultores nacionales utilizan granos importados para la elaboración de concentrados (ESA, 2002). Desde el 2007 ha habido empujadas subidas de los precios de granos, esto debido a sequias, cambio climático, alzas en el precio del petróleo, saltos en costos e insumos, incluyendo costos de energía y el aumento del consumo de carne (Wright, 2014).

La carne de cerdo tiene un valor nutricional alto ya que provee proteína de alto valor biológico en grandes cantidades, grasa y un amplio rango de vitaminas, principalmente del complejo B (Hui *et al.*, 2001), los productos cárnicos también son una fuente principal de hierro, zinc y selenio en la dieta (Foster y Sumar, 1995; Subar *et al.*, 1998). Varias poblaciones no logran alcanzar los niveles de dosis recomendada diaria de estos elementos (OPS, 2003), por lo que la carne enriquecida con estos minerales pueden ser de gran beneficio nutricional para los consumidores.

La percepción de la alimentación ha cambiado sustancialmente, del propósito de saciar el hambre y mantener el organismo ha pasado a la necesidad de suministrar al organismo los nutrientes necesarios, a estos alimentos cuyas cantidades de uno o varios nutrientes han



sido incrementados con el propósito de lograr un mayor aporte del mismo, en la dieta se les conoce como enriquecidos o fortificados (Mazza, 1998).

La adición de selenio orgánico a la dieta de los cerdos genera una ventaja competitiva ya que aumenta los valores de este mineral, el selenio es un componente de la enzima antioxidante glutatión peroxidasa que es una parte esencial de la defensa del organismo contra los radicales libres. Además, aumenta la producción de glóbulos blancos, neutraliza el efecto de los metales pesados y previene las mutaciones. Estudios indican que una falta de selenio puede tener un efecto adverso sobre la fertilidad masculina. Las personas que tiene un hábito alimentario bajo, se someten a dietas constantemente y los fumadores (el tabaco desgasta las reservas de selenio en el cuerpo) son más propensos a padecer deficiencia de selenio (Fuertes, 2006). Este micronutriente es esencial en el mantenimiento de las funciones fisiológicas en el organismo (Rayman, 2002) y debe ser ingerido en la dieta humana dependiendo del peso del individuo, siendo los valores promedio para adultos de 60 µg en mujeres y 70 µg en hombres (Kipp *et al.*, 2015). Los productos cárnicos son la principal fuente de este mineral, el rango de selenio en el cerdo va de 0.033 a 0.502 mg/kg y este depende de gran medida de la cantidad de selenio presente en el suelo de donde se obtiene el grano utilizado en la fabricación de los concentrados con que se alimentan los cerdos (Zagrodzki, 2000).

La suplementación de selenio orgánico en la alimentación del cerdo causa una mayor concentración en los tejidos del mismo (Mahan *et al.*, 1999). Se ha demostrado que las canales de cerdos alimentados con selenio orgánico a 0.3 ppm presentan una disminución en pérdidas por goteo, lo que representa una menor pérdida de peso de la canal durante su almacenamiento (Mateo *et al.*, 2007) En Zamorano también se han realizado estudios de la importancia del selenio en la dieta de los cerdos por Sagastume y Oliva (2007), en el que fueron evaluados el consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, índice de conversión alimenticia, rendimiento en canal caliente, área de lomo, espesor de grasa dorsal y pH en los que la inclusión de selenio no tuvo efecto.

Consecuentemente los objetivos de este estudio fueron:

- Evaluar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del músculo *Longissimus dorsi* crudo de cerdos suplementados con selenio en Zamorano y la carne de cerdo importada de Estados Unidos de América de Estados Unidos de América comercializada en supermercados de Tegucigalpa.
- Analizar el grado de aceptación sensorial de textura, sabor, color, aroma y aceptación general entre los diferentes tipos de carne.
- Establecer las ventajas entre la carne de cerdo producida en Zamorano, la carne de cerdos suplementados con selenio y la carne de cerdo importada de Estados Unidos de América de Estados Unidos de América comercializada en supermercados de Tegucigalpa.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación.** El estudio se realizó en la Planta de Cárnicos de Zamorano, los análisis de purga, color y potencial de hidrógeno fueron realizados en el Laboratorio de la planta, los análisis de mesófilos aerobios y enterobacterias se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de Zamorano (LMAZ), los análisis de textura, sodio, proteína, grasa, humedad, ceniza e índice de peróxidos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). Mientras que los análisis sensoriales se realizaron en el Laboratorio de Análisis Sensorial de Zamorano.

El proyecto consistió en evaluar las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de tres tratamientos, efectuando tres repeticiones para cada tratamiento (Cuadro 1). Para la elaboración de tratamientos se utilizó el lomo del cerdo (*Longissimus dorsi*). Para el tratamiento control (ZAMORANO) los cerdos fueron alimentados con la dieta tradicional de la unidad de producción porcina de Zamorano en las etapas de engorde (5 semanas) y finalización (2 semanas). Para el segundo tratamiento (SELENIO) fue añadido selenio orgánico a la dieta en las etapas de engorde y finalización a una concentración de 0.3 ppm diarias. Para el tercer tratamiento (IMPORTADO) se evaluó carne importada de Estados Unidos de América adquirida en una de las cadenas de supermercados más importantes de Honduras. La carne de los tratamientos cosechados en Zamorano (SELENIO y ZAMORANO) no fue mejorada, por su parte la carne adquirida en el supermercado (IMPORTADO) se encontraba mejorada con una salmuera de hasta un 15% de agua, lactato de potasio, sal, fosfato de sodio y jugo de limón concentrado, según su etiquetado.

**Diseño experimental.** El diseño experimental que se utilizó fue Bloques Completos al Azar (BCA) con tres repeticiones. La descripción de los tratamientos se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Repetición			
1	IMPORTADO 1	SELENIO 1	ZAMORANO 1
2	IMPORTADO 2	SELENIO 2	ZAMORANO 2
3	IMPORTADO 3	SELENIO 3	ZAMORANO 3

**Análisis de selenio** Se realizó en el Laboratorio Especializado en Control de Calidad (LECC) ubicado en San Salvador, mediante el método de absorción atómica con horno de grafito, enviando 200 g de *Longissimus dorsi* crudo por cada muestra para un total de nueve.

**Análisis de humedad.** Se realizó usando el método AOAC 952.08 con un horno de aire forzado a 105 °C Fisher Scientific.

**Análisis de cenizas.** Se realizó usando el método AOAC 923.03 por incineración en seco con el Incinerador Sybron a 550 °C.

**Análisis de proteína.** Se determinó mediante el método AOAC 2001.1 utilizando el Digestor FOSS Tecator 20 y Destilador FOSS Kjelttec 8100.

**Análisis de grasa.** Se determinó mediante el método AOAC 991.36 utilizando el equipo de extracción de grasa Foss SOXTEC 2050.

**Análisis de color.** El color se midió con la aplicación Colormeter® cuya función es obtener valores de RGB a través de una captura de pantalla para posteriormente ingresarlos en una plantilla y ser transformados a valores en L a b. Se usó una caja de cartón forrada de papel blanco en donde se introdujo la muestra y se hicieron tres capturas de pantalla por muestra para sacar un promedio.

**Análisis de pH.** Se midió el potencial de hidrógeno con el potenciómetro OAKTON® Waterproof Double Junction en las muestras de 1g de carne homogenizada en 9 ml de agua destilada.

**Análisis de purga.** Las mediciones de purga se realizaron a través del método EZ driploss a las 48 horas y los 7 días. Empacando al vacío filetes crudos de lomo de  $1 \pm 0.1$  cm de grosor y peso de  $50 \pm 4$  g. Al transcurrir el tiempo se sacó el filete de la bolsa, se secó la superficie y la bolsa por dentro con papel toalla para absorber toda la purga y se obtuvo mediante la Ecuación 1 el valor de la purga en porcentaje.

$$\% \text{purga} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100 \quad [1]$$

**Fuerza de corte.** Para su medición se utilizó el INSTRON 4444 mediante fuerza de compresión utilizando cubos de carne cruda a 4 °C con dimensiones de  $2 \times 2 \times 2$  cm, usando el acople Warner Bratzler (AMSA, 1995) a una velocidad de 250 mm/min y una pendiente de rampa de 20 KN/min.

**Análisis de sodio.** Se determinó mediante el método AOAC 985.35 realizando diluciones hasta llegar a una concentración teórica de 0.36 ppm en la muestra, misma que se encuentra dentro del rango establecido por el método (0.002 - 1 ppm), que posteriormente fueron enviadas al Laboratorio de Suelos de Zamorano para su lectura.

**Índice de peróxidos.** Se determinó mediante el método AOCS Cd 8b-90. Al medir el índice de peróxidos se realizó previamente la extracción de grasa de la muestra a través de lavados con hexano para luego verter la fase líquida en un balón de 600 ml y evaporar el hexano en el Rotavapor R-215 a 110 rpm y 50 °C hasta obtener solo la grasa para posteriormente medir el índice de peróxido, que es una estimación de la oxidación inicial de las grasas. Los resultados de este análisis se reportaron como miliequivalentes de peróxidos por kg de muestra obtenidos por medio de la Ecuación 2.

$$\text{Valor de peróxidos} = \frac{(S-B) \times M \times 1000}{\text{Masa de la muestra (g)}} \quad [2]$$

B= Volumen de titulación (ml) del blanco.

S= Volumen de titulación (ml) de la muestra.

M= Molaridad de la solución de tiosulfato de sodio.

**Análisis microbiológicos.** Para realizar las pruebas microbiológicas se pesaron 10 g de muestra (Balanza Fisher Scientific Modelo SLF152-US) y 90 ml de solución buffer de fosfato esterilizado, se colocaron en bolsas para ser homogenizadas en el Stomacher (IUL Instrument) durante dos minutos. Se agitó cada dilución antes de su siembra en placa (Vortex Scientific Industries, INC Genie® Modelo SI-T286).

**Bacterias mesófilas aerobias (BMA).** Se preparó medio de cultivo, Agar Cuenta Estándar (ACE), fueron sembradas las diluciones  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$  en platos Petri con 15 ml de agar y 1 ml de la dilución cada uno y posteriormente introducidos a la incubadora Fisher Scientific 685 a una temperatura de 35 °C durante 48 horas para su recuento.

**Enterobacterias.** Se preparó Agar Bilis Rojo Violeta con Glucosa (ABRVG) y fueron sembradas las diluciones  $10^{-1}$  y  $10^{-2}$  en platos Petri con un vertido de dos capas, la primera con 15 ml del medio y 1 ml de la dilución y la segunda por encima al secarse la primera con 5 ml del medio de cultivo, luego fue incubada durante 24 horas a una temperatura de 35 °C antes de realizar el conteo.

**Análisis sensorial.** El análisis sensorial se realizó mediante una prueba afectiva, con 36 consumidores de carne de cerdo dentro de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. En la prueba se evaluaron los atributos de aroma, sabor, color, jugosidad, textura y aceptación general utilizando una escala del 1 al 9.

Las muestras se prepararon en el laboratorio de la Planta de Cárnicos, controlando la temperatura interna de la carne en un horno convencional hasta llegar a 72 °C (AMSA, 1995) sin añadirle ningún ingrediente. Se cortó la carne en pequeños cubos de  $2 \times 2 \times 2$  cm para luego servirla a los panelistas. En cada cabina se le proporcionó al panelista un vaso con agua y una galleta de soda para limpiar el paladar tras probar cada una de las muestras, las cuales estaban codificadas con un número de tres dígitos al azar.

**Análisis estadístico.** Los datos obtenidos de los análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales fueron sometidos a una prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) y una de residualidad para identificar datos fuera de tipo. Se transformaron los

datos usando Arcoseno para todos los resultados en porcentajes. Dichos datos se evaluaron a través de un análisis de varianza ANDEVA con un modelo lineal general (GLM, por sus siglas en inglés) con una separación de media Tukey, todos los análisis estadísticos con un nivel de significancia de  $P < 0.05$  para determinar si existían diferencias significativas entre tratamientos. Se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS® Versión 9.3).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Análisis de selenio.** Los valores se encuentran por debajo del límite de detección (<0.04 mg/kg) para los tres tratamientos en las tres repeticiones (Cuadro 2), estos resultados difieren de lo reportado por Henman (2001), quien tras suplementar a los cerdos con 0.3 ppm de selenio orgánico durante la etapa desarrollo y final encontró concentraciones en la carne de 0.58 ppm y 0.25 ppm en el tratamiento control. Estos resultados también difieren de los reportados por Sagastume y Oliva (2007) con la misma suplementación, en donde se encontraron concentraciones en la carne de 0.41 ppm en las etapas desarrollo y final y 0.28 en el tratamiento sin suplementación, por lo que se concluye que los resultados no son correctos por una posible mala aplicación del método.

Cuadro 2. Resultados del análisis de selenio en el *Longissimus dorsi* crudo de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Selenio (ppm) <sup>Ω</sup>
<b>IMPORTADO</b>	<0.04
<b>SELENIO</b>	<0.04
<b>ZAMORANO</b>	<0.04

Ω Nivel de detección del método de absorción atómica con horno de grafito

**Análisis de proteína.** No se encontraron diferencias significativas (P>0.05) en ninguno de los tres tratamientos (Cuadro 3), presentando niveles superiores al 20% de proteína en base húmeda. Estos resultados se asemejan a los encontrados por Salazar (2006) que reporta 21.31% de proteína cruda en el lomo del cerdo.

Cuadro 3. Medias y desviación estándar (DE) para el porcentaje en base húmeda de proteína cruda en el músculo *Longissimus dorsi* crudo de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Proteína (%) Media ± DE <sup>(NS)</sup>
<b>IMPORTADO</b>	20.11 ± 0.88
<b>SELENIO</b>	20.97 ± 2.08
<b>ZAMORANO</b>	20.14 ± 3.21
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	9.84

Ω CV: Coeficiente de Variación

NS: no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (P>0.05)

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis de grasa.** No se encontraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) en el porcentaje de grasa, en base húmeda, entre los tres tratamientos (Cuadro 4). El porcentaje de grasa presente en la canal se debe a factores como el sexo, la edad, la raza y principalmente al tipo de alimentación (Carvajal, 2001).

Las medias encontradas se asemejan a lo reportado por Patterson *et al.* (2009) con valores de 8.58% en el mismo músculo, a su vez son similares con lo reportado por Carvajal (2001) con valores próximos al 11% en el lomo de cerdo crudo.

Cuadro 4. Promedios y desviación estándar (DE) para el porcentaje en base húmeda de grasa en el músculo *Longissimus dorsi* crudo de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Grasa (%)
	Media $\pm$ DE <sup>(NS)</sup>
<b>IMPORTADO</b>	9.77 $\pm$ 0.03
<b>SELENIO</b>	9.53 $\pm$ 0.17
<b>ZAMORANO</b>	9.47 $\pm$ 0.05
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	1.70

Ω CV: Coeficiente de Variación

NS: no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ )

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis de cenizas.** El tratamiento IMPORTADO presentó una diferencia significativa ( $P<0.05$ ) en el porcentaje de cenizas, base húmeda, comparado a los tratamientos de ZAMORANO y SELENIO que no presentan diferencias significativas entre sí (Cuadro 5). Esto puede ser explicado por la inyección de una solución, con ingredientes como el cloruro de sodio, fosfato de sodio y lactato de potasio que pudieron aumentar la cantidad de minerales, siendo esta una práctica convencional usada en Estados Unidos de América para mejorar la calidad comestible en la carne de cerdo fresca (Miller, 2006).

Los resultados de los tratamientos selenio y Zamorano coinciden por los reportados por Salazar (2006) que reporta una media de 1.22% de minerales totales en el *longissimus dorsi* crudo.

Cuadro 5. Promedios y desviación estándar (DE) para el porcentaje en base húmeda de cenizas en el músculo *Longissimus dorsi* crudo de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Cenizas (%)
	Media $\pm$ DE
<b>IMPORTADO</b>	1.84 $\pm$ 0.26 A <sup>€</sup>
<b>SELENIO</b>	1.21 $\pm$ 0.08 B
<b>ZAMORANO</b>	1.17 $\pm$ 0.12 B
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	25.54

Ω CV: Coeficiente de Variación

€: Medias en la misma columna con letras distintas son estadísticamente diferentes

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis de humedad.** La humedad no presentó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en ninguno de los tres tratamientos (Cuadro 6), los valores encontrados se asemejan al reportado por Salazar (2006), quien encontró un 74.35% de humedad en el mismo músculo y también coincide con lo reportado por Carvajal (2001) con un porcentaje del 73.4% en carne de cerdo cruda. Estos resultados se encuentran dentro del rango de humedad de 65.75 - 79.06% reportados por Pedauy *et al.* (1994) en carne de cerdo fresca.

La inyección de la carne influye sobre la capacidad de retención de agua debido al uso de fosfato y cloruro de sodio y a su vez aumenta la cantidad de agua dentro de la misma, ya que esta forma el mayor porcentaje de la solución inyectada, cuya función es disolver el resto de ingredientes no cárnicos (Miller, 2006), por lo que se esperaba un mayor contenido de humedad. Sin embargo, la carne fue sometida a un proceso de congelación para preservar sus características al momento de ser transportada, lo que podría explicar el por qué no hubo una diferencia significativa al ser comparada con la carne fresca, ya que la combinación de la congelación, el tiempo de almacenamiento y el proceso de descongelación tienen un efecto negativo, incrementando la purga (Ngapo *et al.*, 1999).

Según Cozzano (2013), entre mayor sea la cantidad de humedad en la carne esta se vuelve más agradable al masticar, esto se asocia a la jugosidad del producto que tiene un papel muy importante en la aceptación general del mismo. Esta variable no tuvo influencia en la jugosidad ni en la textura evaluada por los panelistas en la investigación, ya que no presentó correlación con la jugosidad (Correlación de Pearson  $P = 0.17$ ) evaluada en el análisis sensorial.



Cuadro 6. Promedios y desviación estándar (DE) para el porcentaje en base húmeda de humedad en el músculo *Longissimus dorsi* crudo de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Humedad (%)
	Media $\pm$ DE
<b>IMPORTADO</b>	74.78 $\pm$ 0.88 A <sup>€</sup>
<b>SELENIO</b>	69.27 $\pm$ 1.88 B
<b>ZAMORANO</b>	70.05 $\pm$ 3.05 AB
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	4.45

Ω CV: Coeficiente de Variación

€: Medias en la misma columna con letras distintas son estadísticamente diferentes

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis de fuerza de corte.** Las medias obtenidas para la fuerza de corte del músculo *Longissimus dorsi* crudo no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tres tratamientos (Cuadro 7). La variable fuerza de corte indica la terneza de la carne, esta se ve influenciada por la longitud del sarcómero, el contenido de colágeno y la proteólisis en la carne (Whipple *et al.*, 1990). La media de 67.76  $\pm$  1.86 N se encuentra dentro del rango de 28.45 - 85.35 N obtenido por O'Diam (2009) para el mismo músculo aunque por arriba de la media de 49.98 N en este mismo estudio.

La purga puede ser una variable que influyó en la fuerza de corte, la terneza de la carne regularmente aumenta cuando se somete a un proceso de inyección, sin embargo esto no se ve reflejado en el tratamiento IMPORTADO. La purga y la terneza son inversamente proporcionales (Vote *et al.*, 2000). Esta variable no tuvo influencia sobre la textura (Correlación de Pearson  $P = 0.91$ ) ni sobre la jugosidad (Correlación de Pearson  $P = 0.52$ ) evaluada por los panelistas.

Cuadro 7. Promedios y desviación estándar (DE) para la fuerza de corte del músculo *Longissimus dorsi* crudo de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Fuerza de Corte (N)
	Media $\pm$ DE <sup>(NS)</sup>
<b>IMPORTADO</b>	68.23 $\pm$ 0.65
<b>SELENIO</b>	65.47 $\pm$ 3.32
<b>ZAMORANO</b>	69.58 $\pm$ 1.61
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	8.51

Ω CV: Coeficiente de Variación

NS: no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ )

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis de pH.** El tratamiento IMPORTADO presentó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) con respecto a los otros dos tratamientos que fueron estadísticamente iguales entre si

(Cuadro 8). Los resultados coinciden con lo esperado en cortes glucolíticos como el lomo de cerdo con valores cercanos a 5.5 (Sheard y Tali, 2004), con excepción del tratamiento IMPORTADO cuyo alto valor de pH también podría ser por el uso de aditivos en el proceso de mejora como lo es el fosfato de sodio (Miller, 2006).

La calidad de la carne es asociada al metabolismo del músculo después de la cosecha, que indica la formación de lactato y el consecuente decrecimiento del pH (Park *et al.*, 2010). Un pH bajo causa desnaturalización de las proteínas sarcoplasmáticas y miofibrilares, afecta la integridad de la membrana del músculo esquelético, resultando en la reducción de la capacidad de retención de agua y menor aceptación sensorial, se sabe que el valor del pH está relacionado a una combinación de factores incluyendo el estrés antes de la cosecha, el manejo post cosecha de la canal y la genética del animal (Adzitey y Nurul, 2011).

Una de las anomalías que presenta una notoria influencia en la calidad de la carne es la presencia de la carne pálida, suave y exudativa (PSE, por sus siglas en inglés) y la carne oscura, dura y seca (DFD, por sus siglas en inglés). Al referirnos a carne PSE nos enfocamos en la carne que alcanza un pH igual o menor a 5.4 en corto tiempo tras la cosecha, causando con esta acción la desnaturalización de las proteínas del músculo. En cambio la carne DFD es aquella que presenta un pH superior a 5.8 a las 24 horas tras la cosecha, tal cambio en pH es el efecto causado por la baja concentración de glucógeno en el músculo (Lopez, 2004). Los tratamientos SELENIO y ZAMORANO presentan valores cercanos a 5.4 de pH por lo que se podría esperar una menor capacidad de retención de agua, lo que conlleva a mayor purga y reducción de rendimientos.

Cuadro 8. Promedios y desviación estándar (DE) de potencial de hidrógeno (pH) del músculo *Longissimus dorsi* crudo de los distintos tratamientos.

Tratamiento	pH
	Media $\pm$ DE <sup>Ω</sup>
<b>IMPORTADO</b>	6.12 $\pm$ 0.11 A <sup>€</sup>
<b>SELENIO</b>	5.63 $\pm$ 0.15 B
<b>ZAMORANO</b>	5.54 $\pm$ 0.07 B
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	5.00

Ω CV: Coeficiente de Variación

€: Medias en la misma columna con letras distintas son estadísticamente diferentes

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis de sodio.** La carne de cerdo importada de Estados Unidos de América presentó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) con respecto a los demás tratamientos, los cuales no presentaron diferencias entre sí (Cuadro 9). El contenido de sodio es significativamente mayor en los cortes frescos de cerdo mejorados comparados con los no mejorados, todos los niveles de sodio en la carne fresca de cerdo no mejorada están relacionados con los niveles fisiológicos en la carne (Williams, 2011).

Estos resultados concuerdan en la media encontrada para el tratamiento IMPORTADO con los presentados por Williams (2011) quien reporta una media de  $232 \pm 22$  mg/100 g de lomo de cerdo fresco mejorado. Este aumento se atribuye a la utilización de sal y fosfato de sodio usados en la mejora de estos cortes, los tratamientos SELENIO y ZAMORANO por su parte poseen medias similares a los valores reportados por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) de 87 mg/100 g en lomo de cerdo crudo.

Cuadro 9. Promedios y desviación estándar (DE) de sodio (mg/100g) del músculo *Longissimus dorsi* crudo de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Sodio (mg/100g)
	Media $\pm$ DE
<b>IMPORTADO</b>	217.15 $\pm$ 50.07 A <sup>€</sup>
<b>SELENIO</b>	92.84 $\pm$ 6.73 B
<b>ZAMORANO</b>	95.00 $\pm$ 5.75 B
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	49.38

Ω CV: Coeficiente de Variación

€: Medias en la misma columna con letras distintas son estadísticamente diferentes

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis de color.** El color de la carne es una de las principales características de calidad ya que el consumidor la relaciona con la frescura, factor que es determinante en la calidad, el color de la carne es determinado por la cantidad de mioglobina y la forma que esta adopte, 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 o desoximioglobina. La oxidación de la mioglobina u oximioglobina a metmioglobina da como resultado un color más café en la carne de cerdo (Van Heugthen, 2000).

El color es descrito por tres valores, L que representa la luminosidad en la carne, cuya escala va de 0 a 100, esta variable es considerada como el parámetro que gobierna la calidad de los productos cárnicos y es un buen predictor de la intensidad visual del color rosado característico. (García *et al.*, 2003). En el Cuadro 10 no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

La variable a expresa la intensidad del color rojo-verde en la matriz analizada, usando una escala que va de -60 que es el color verde a +60 que es el color rojo, determinando el estado de oxidación en la carne (Carlez *et al.*, 1995). En el Cuadro 10 no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

La variable b representa la intensidad de color azul y amarillo. Con una escala de -60 a +60. No se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) como se puede observar en el

Cuadro 10, las medias se asemejan a las obtenidas por Silva (2005), quien reporta un valor de 10.45 para carne de cerdo fresca.

La intensidad de color azul a amarillo y rojo a verde es afectada por el contenido de las tres derivadas de la mioglobina: deoximioglobina, oximioglobina, y metmioglobina (Lindahl *et al.*, 2006).

Los resultados obtenidos concuerdan con los de Tian *et al.* (2006) que reportan que el color en los cerdos suplementados con selenio orgánico a la misma concentración que en el presente estudio no tuvo ningún impacto, asimismo coinciden con lo reportado por Liziak *et al.* (2014) quienes afirman que no existen diferencias significativas en ninguno de los tres parámetros de color (L a b) entre tratamientos sin suplementación de selenio, comparado con el tratamiento suplementado en lomo de cerdo crudo a una concentración de 1 ppm en la etapa de engorde.

Cuadro 10. Promedios para las variables L a b de color del músculo *Longissimus dorsi* crudo de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Valor L	Valor a	Valor b
	Media $\pm$ DE <sup>(NS)</sup>	Media $\pm$ DE <sup>(NS)</sup>	Media $\pm$ DE <sup>(NS)</sup>
<b>IMPORTADO</b>	45.94 $\pm$ 15.29	16.22 $\pm$ 10.89	7.98 $\pm$ 0.91
<b>SELENIO</b>	38.22 $\pm$ 17.29	7.02 $\pm$ 3.32	8.26 $\pm$ 1.19
<b>ZAMORANO</b>	37.59 $\pm$ 19.76	7.42 $\pm$ 2.45	8.26 $\pm$ 0.87
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	38.72	72.02	10.74

Ω CV: Coeficiente de Variación

NS: no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (P>0.05)

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis de purga.** No se presentaron diferencias significativas (P>0.05) en la variable purga para el día dos entre tratamientos, sin embargo, al día siete hubo diferencias significativas en el tratamiento ZAMORANO (P<0.05), con respecto a los otros dos tratamientos, que presentan valores estadísticamente más bajos e iguales entre si (Cuadro 11).

Los resultados al día dos se encuentran dentro del rango establecido por Offer y Knight (1998), los cuales indican que cuando la carne de cerdo se corta en piezas listas para comercialización, la purga representa del 2 a 6% del peso de la carne magra después de cuatro días bajo condiciones de refrigeración. Al día siete para el tratamiento ZAMORANO la purga incrementa, esto se puede deber a que los valores de pH se encuentran más cercanos al punto isoeléctrico de la mioglobina (5.2), este se relaciona directamente con la disminución de la capacidad de retención de agua de la carne y por lo tanto con el incremento en los niveles de purga de la misma (Aberle *et al.*, 2001). La purga de cortes de cerdos crudos aumenta con el tiempo de almacenamiento (Roseiro *et al.*, 1994), esto puede explicar el incremento de purga en el tiempo.

Estudios realizados por Lawrence *et al.* (2004), respaldan los resultados obtenidos en el tratamiento IMPORTADO que contiene cloruro y fosfato de sodio, ya que reportan que no hubo diferencias significativas luego de cinco días en refrigeración entre tratamientos que contenían sal y fosfatos en su formulación.

Los resultados al día siete en el tratamiento SELENIO concuerdan con lo reportado Liziak *et al.* (2014), los cuales encontraron una disminución significativa en la purga de la canal con cerdos suplementados con la misma concentración de selenio orgánico que en el presente estudio en la etapa de finalización.

Cuadro 11. Promedios para la variable porcentual de purga en el tiempo del músculo *Longissimus dorsi* crudo de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Día 2	Día 7
	Media $\pm$ DE <sup>Ω(NS)</sup>	Media $\pm$ DE <sup>Ω</sup>
<b>IMPORTADO</b>	3.96 $\pm$ 0.23 x	4.78 $\pm$ 1.07 A <sup>€</sup> x <sup>x</sup>
<b>SELENIO</b>	4.12 $\pm$ 0.25 x	5.49 $\pm$ 1.20 A x
<b>ZAMORANO</b>	6.06 $\pm$ 2.24 x	8.12 $\pm$ 0.37 B y
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	32.25	28.24

Ω CV: Coeficiente de Variación

NS: no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (P>0.05)

€: Medias en la misma columna con letras distintas son estadísticamente diferentes

x: Medias en la misma fila con letras distintas son estadísticamente diferentes

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis sensorial de color.** Todos los tratamientos fueron aceptados de igual manera (P>0.05), con un valor cercano a seis equivalente a “me gusta poco”, como se presenta en el Cuadro 12.

Lo percibido por los panelistas en el tratamiento SELENIO concuerda con los resultados de Liziak *et al.* (2014), quienes afirman que la suplementación con selenio orgánico en la dieta de los cerdos no tiene ningún impacto en el color, sin embargo se esperaba que el fosfato de sodio y el lactato de potasio tuvieran un efecto positivo en la mejora de este atributo para el tratamiento mejorado (Miller, 2006).

El color es importante porque es la primera impresión que el consumidor tiene de la carne, la mayoría prefiere la carne de cerdo con tonalidades rojas y rosadas en comparación con la carne de un color pálido (Nold, 2006). El color de la carne de cerdo es más pálido al de otras carnes rojas como la carne de res, debido a una menor concentración de mioglobina que al oxigenarse da el color rojo asociado por los consumidores con frescura.

Cuadro 12. Promedios en el análisis sensorial del atributo color del músculo *Longissimus dorsi* cocido de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Color
	Media $\pm$ DE <sup>(NS)</sup>
<b>IMPORTADO</b>	5.80 $\pm$ 1.55
<b>SELENIO</b>	6.04 $\pm$ 1.68
<b>ZAMORANO</b>	5.94 $\pm$ 1.51
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	26.75

Ω CV: Coeficiente de Variación

NS: no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (P>0.05)

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis sensorial de aroma.** Todos los tratamientos fueron aceptados de igual manera (P>0.05) por lo que no se presentan diferencias significativas entre ellos como se puede observar en el Cuadro 13. El color fue evaluado con un valor cercano a seis, equivalente a “me gusta poco”.

El olor puede variar según el tipo de alimentación, la presencia de tejido graso en el corte y el sexo, los resultados obtenidos eran los esperados ya que en el tratamiento IMPORTADO los ingredientes no cárnicos usados en su inyección no son considerados potenciadores de olor de la carne.

Cuadro 13. Promedios en el análisis sensorial del atributo aroma del músculo *Longissimus dorsi* cocido de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Aroma
	Media $\pm$ DE <sup>(NS)</sup>
<b>IMPORTADO</b>	5.90 $\pm$ 1.51
<b>SELENIO</b>	6.03 $\pm$ 1.57
<b>ZAMORANO</b>	6.06 $\pm$ 1.62
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	26.16

Ω CV: Coeficiente de Variación

NS: no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (P>0.05)

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis sensorial de sabor.** En el atributo sabor los panelistas encontraron diferencia significativa (P<0.05) en el tratamiento IMPORTADO, con una evaluación de “me gusta moderadamente” con respecto a los otros dos tratamientos con una evaluación cercana a “me gusta poco” (Cuadro 14). Esta variación se puede deber a la presencia de lactato de potasio, sal y concentrado de jugo de limón, considerados como potenciadores de sabor (Miller, 2006).

Wright *et al.* (2005), determinaron que los cortes de lomo de cerdo mejorado fueron mejor evaluados en cada atributo de palatabilidad por un grupo de panelistas entrenados cuando se compararon con cortes no mejorados de lomo de cerdo.

Cuadro 14. Promedios en el análisis sensorial del atributo sabor del músculo *Longissimus dorsi* cocido de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Sabor
	Media $\pm$ DE
<b>IMPORTADO</b>	6.98 $\pm$ 1.47 A <sup>€</sup>
<b>SELENIO</b>	5.84 $\pm$ 1.70 B
<b>ZAMORANO</b>	5.84 $\pm$ 1.69 B
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	26.20

Ω CV: Coeficiente de Variación

€: Medias en la misma columna con letras distintas son estadísticamente diferentes

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América d

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis sensorial de textura.** Los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas en su aceptación ( $P > 0.05$ ), tal y como se presenta en el Cuadro 15. La textura en todos los tratamientos fue aceptada con un valor cercano a seis, equivalente a “me gusta poco”.

Cuadro 15. Promedios en el análisis sensorial del atributo textura del músculo *Longissimus dorsi* cocido de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Textura
	Media $\pm$ DE <sup>(NS)</sup>
<b>IMPORTADO</b>	6.14 $\pm$ 1.56
<b>SELENIO</b>	5.99 $\pm$ 1.53
<b>ZAMORANO</b>	6.00 $\pm$ 1.55
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	25.38

Ω CV: Coeficiente de Variación

NS: no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ )

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis sensorial de jugosidad.** Como se puede observar en el Cuadro 16 todos los tratamientos fueron evaluados de igual manera por los panelistas y no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ). La jugosidad fue aceptada con un valor próximo a seis, que equivale a “me gusta poco”.

La aceptación de la jugosidad por parte de los panelistas no se vio influenciada en el tratamiento IMPORTADO por la presencia de fosfato de sodio, sal y lactato de potasio en su formulación a pesar de que tienen un efecto positivo en este atributo (Miller, 2006).

Las variables de humedad (Correlación de Pearson  $P=0.17$ ) y purga ( $P=0.74$ ) no presentaron correlación con este atributo.

Cuadro 16. Promedios en el análisis sensorial del atributo jugosidad del músculo *Longissimus dorsi* cocido de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Jugosidad
	Media $\pm$ DE <sup>(NS)</sup>
<b>IMPORTADO</b>	5.72 $\pm$ 1.65
<b>SELENIO</b>	5.81 $\pm$ 1.54
<b>ZAMORANO</b>	5.97 $\pm$ 1.68
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	27.60

$\Omega$  CV: Coeficiente de Variación

NS: no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ )

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis sensorial de aceptación general.** En la prueba sensorial, la aceptación general (Cuadro 17), muestra que todos los tratamientos tuvieron la misma aceptación ( $P>0.05$ ) por los panelistas con valores cercanos a seis, ponderación que equivale a “me gusta poco” en la escala hedónica.

Se esperaba que la carne de cerdo importada de Estados Unidos de América tuviera una aceptación mayor debido a que se encontraba inyectada con una solución que contenía potenciadores de algunos de los atributos evaluados que son tomados en cuenta por los consumidores, para la mayoría de los cuales son el sabor, la textura y la apariencia (Aaslyng *et al.*, 2007).

Cuadro 17. Promedios en el análisis sensorial de aceptación general del músculo *Longissimus dorsi* cocido de los distintos tratamientos.

Tratamiento	Aceptación
	Media $\pm$ DE <sup>(NS)</sup>
<b>IMPORTADO</b>	6.23 $\pm$ 1.38
<b>SELENIO</b>	6.28 $\pm$ 1.39
<b>ZAMORANO</b>	6.22 $\pm$ 1.52
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	22.91

$\Omega$  CV: Coeficiente de Variación

NS: no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ )

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

La alta cantidad de “me gusta poco” en la mayoría de los atributos del análisis sensorial puede deberse a que las muestras no fueron condimentadas al momento de la cocción a excepción del atributo sabor para el tratamiento IMPORTADO que fue mejor evaluado ya



que había sido sometido a un proceso de mejoramiento con ingredientes que potencian el sabor.

**Análisis de peróxidos.** Los tres tratamientos presentan diferencias de medias aritméticas entre ellos (Cuadro 18), los valores obtenidos para los tratamientos SELENIO y ZAMORANO se asemejan a los reportados por Park *et al.* (2010) que establece una media de 2.5 meq/kg en el lomo de cerdo a una temperatura de 8 °C al primer día de almacenamiento en condiciones aerobias, la mínima variación entre estos tratamientos puede ser atribuida a los resultados obtenidos por Zhan *et al.* (2007) quienes reportan que en una dieta con 0.45 ppm durante 40 días se incrementó el depósito de selenio en el tejido de los cerdos, mejorando el estado antioxidante. Por su parte la variación en la media del tratamiento IMPORTADO es atribuida al ácido cítrico presente en el concentrado de limón y el fosfato de sodio usado en su mejoramiento.

Cuadro 18. Promedios aritméticos de índice de peróxidos del músculo *Longissimus dorsi* crudo de los distintos tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Peróxidos (meq/kg)</b>
<b>IMPORTADO</b>	0.61
<b>SELENIO</b>	2.75
<b>ZAMORANO</b>	3.08

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

Solo se efectuó una repetición de este análisis y los resultados sirven como un indicio de lo que se podría obtener en otras repeticiones aunque no se pueden sacar conclusiones sobre los mismos.

**Análisis de enterobacterias.** Los valores en el conteo de enterobacterias no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en ninguno de los tres tratamientos (Cuadro 19). No se encontraron referencias sobre un límite máximo permitido en carne cruda de cerdo de enterobacterias pero ya que todas las bacterias coliformes son enterobacterias y según las normas establecidas por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria de Honduras (SENASA, 2000) los productos cárnicos frescos no deben sobrepasar los 5 Log<sub>10</sub> UFC/g de coliformes, se considera que todos los tratamientos tuvieron un manejo adecuado y son aptos para su consumo.

Cuadro 19. Medias de enterobacterias del músculo *Longissimus dorsi* crudo de los distintos tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Enterobacterias (Log<sub>10</sub> UFC/g)</b> Media ± DE <sup>(NS)</sup>
<b>IMPORTADO</b>	2.89 ± 0.71
<b>SELENIO</b>	1.63 ± 0.06
<b>ZAMORANO</b>	2.10 ± 1.07
<b>CV<sup>Ω</sup> (%)</b>	38.36

Ω CV: Coeficiente de Variación

NS: no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (P>0.05)

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

**Análisis de mesófilos aerobios.** El conteo en bacterias mesofilas aerobias no presentó diferencia significativa (P>0.05) entre tratamientos (Cuadro 20), cumpliendo con el límite establecido por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria de Honduras (SENASA, 2000) que indica que los productos cárnicos frescos no deben sobrepasar 6 Log<sub>10</sub> UFC/g para mesófilos aerobios.

Cuadro 20. Resultados de bacterias mesófilas aerobias del músculo *Longissimus dorsi* crudo de los distintos tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>BMA (Log<sub>10</sub> UFC/g)<sup>(VE)</sup></b>
<b>IMPORTADO</b>	4.15
<b>SELENIO</b>	4.00
<b>ZAMORANO</b>	4.00

VE: valor estimado

IMPORTADO: carne de cerdo importada de Estados Unidos de América

SELENIO: carne de cerdo Zamorano con selenio

ZAMORANO: carne de cerdo Zamorano

#### 4. CONCLUSIONES

- La suplementación de selenio en la dieta de los cerdos en las etapas de desarrollo y final, a una concentración de 0.3 ppm, mejoró la capacidad de retener agua del *Longissimus dorsi* a través del tiempo.
- La aceptación general del músculo *Longissimus dorsi* no fue afectada por la inyección del mismo.
- La carne de cerdo inyectada presenta mayor cantidad de sodio que la carne fresca sin intervención.

## 5. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio evaluando las características fisicoquímicas y el nivel de aceptación sensorial del *Longissimus dorsi* producido en Zamorano con la inyección de una solución para su mejoramiento y compararlas con uno sin inyectar.
- Realizar un estudio de mercado para definir si hay un mercado potencial para carne con menor concentración de sodio.

## 6. LITERATURA CITADA

Aaslyng, M.D., M Oksama, E.V. Olsen, C. Bejerholm, M. Baltzer, G. Andersen, W.L.P. Bredie, D.V. Byrne, and G. Gabrielsen. 2007. The impact of sensory quality of pork on consumer preference. *Meat Science*, 76:61-73.

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

Adzitey, F. y H. Nurul, 2011. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: Causes and measures to reduce these incidences-a mini view. *International Food Research Journal* 18: 11–20.

AMSA. 1995. Guidelines for cookery and sensory evaluation of meat, 3, 20 p.

AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemistry. United States.

Canada Pork International (CPI). 2013. Welcome the signature of the Canada-Honduras free agreement (en línea). Consultado 30 de julio de 2014. Disponible en: <http://www.canadapork.com/en/news/canada-pork-international-cpi-welcomes-the-signature-of-the-canada-honduras-free-trade-agreement>.

Carlez, A. y T. Venciana y J. Cheftel. 1995. Changes in colour and myoglobin of minced meat due to high pressure processing. *Meat Science*, 28: 528-538.

Carvajal, G. 2001. Valor nutricional de la carne de: res, cerdo y pollo (en línea). Consultado 10 de octubre de 2015. Disponible en: <http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/Corfoga2001.pdf>

Centinela Económico (CE). 2011. En franco declive la producción de carne porcina en Honduras (en línea). Consultado 15 de agosto de 2014. Disponible en: <http://www.centinelaeconomico.com/2011/08/02/en-franco-declive-la-produccion-de-carne-porcina-en-honduras/>.

Cozzano, S. 2013. Calidad de carne: valoración nutricional, aptitud tecnológica y desarrollo. *Revista INIA*. 32 p.

ESA Consultores. 2002. Producción y comercialización de carne de cerdo en Honduras (en línea). Consultado el 22 de junio de 2014. Disponible en: <http://www.esa.hn/pub/JICA%207.pdf>.

Food and agriculture organization (FAO). 2012. Sources of Meat (en línea). Consultado 15 de agosto de 2014. Disponible en: [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr\\_sources.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_sources.html).

Foster, L. H. y S. Sumar. 1995. Selenium in the environment, food and health. *Nutr. Food Sci.* 5:17–23.

Fuertes, A. 2006. Selenio y Salud (en línea). Consultado 22 de noviembre de 2006. Disponible en <http://www.mifarmacia.es/producto.asp?Producto=../contenido/articulos>

García E,M; D. Ansorena; O. Gimeno e I. Astiasaran. 2003. Compararison of modified atmoshere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry cured ham: Effects on colours, texture and microbiological quality. *Meat Science* Vol. 1, No. 67, p.57-63.

Henman, D. 2001. Effects of Sel-Plex on carcass quality traits and loin selenium content of pigs. Alltech®. 1 p.

Hui, Y., W. Ni, R. Rogers y O. Young. 2001. *Meat Science and Applications*. New York, United States, Marcel Dekker. 584 p.

Kipp A.P., D. Strohm, R. Brigelius-Flohé, L. Schomburg, A. Bechthold, E. Leschik-Bonnet y H. Hesecker. 2015. Revised reference values for selenium intake. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 32:195–199.

Lawrence T.E., M.E. Dikeman, M.C. Hunt, C.L. Kastner y D.E. Johnson. 2004. Methods to increase tenderness of individual muscles from beef rounds when cooked with dry or moist heat under modified atmosphere. *Meat Science*, 70:639-646.

Lindahl, G., P. Henckel, A.H. Karlsson y H.J. Anderson. 2006. Significance of early post mortem temperature and pH decline on colour characteristics of pork loin from different crossbreeds. *Meat Science*, 72:613-623.

Liziak, D., P. Janiszewski, T. Blicharski, K. Borzuta, E. Grzeskowiak, B. Liziak, K. Powalowski, L. Samardakiewicz, M. Batorska, K. Skrzymowska y A. Hammermeister. 2014. Effect of selenium supplementation in pig feed on slaughter value and physicochemical and sensory characteristics of meat. *Annals of Animal Science* 14: 213-222.

López, R. 2004. *Tecnología de mataderos*. Mundi-Prensa. 431 p. ISBN 8484761649.

- Mahan, D.C., T.R. Cline y B. Richer. 1999. Effects of dietary levels of selenium enriched yeast and sodium selenite as selenium sources fed to growing-finishing pigs on performance, tissue selenium, serum glutathione peroxidase activity, carcass characteristics and loin quality. *Journal Animal Science*, 77: 2172-2179.
- Mateo, R.D., J.E. Spallholz y R. Elder. 2007. Efficacy of dietary selenium sources on growth and carcass characteristics of growing-finishing pigs fed diets containing high endogenous selenium. *Journal of animal science*, 85: 1177-1183.
- Mazza, G. 1998. *Alimentos Funcionales*. Zaragoza, España. Acribia.
- Melody, J.L., S.M. Lonergan, L.J. Rowe, T.W. Huiatt, M.S. Mayes y E. Huff-Lonergan. 2004. Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles. *Journal of Animal Science*, 82: 1195-1205.
- Miller, R. 2006. *Functionality of non-meat ingredients used in enhanced pork*. Texas, Estados Unidos. Excel Corporation. 12 p.
- Ngapo, T. M., I. H. Babare, J. Reynolds y R. F. Mawson, 1999. Freezing and thawing rate effects on drip loss from samples of pork. *Meat Science*, 53: 149-158.
- Nold, R. 2006. *Just the Facts: Meat Quality*. University of Nebraska. 1 p.
- Offer, G. y P. Knight. 1988. *The structural basis of water-holding in meat*. New York. Elsevier Science Publishers. p. 173-243.
- O'Diam, D. M. 2009. Comparison of slice shear force with Warner bratzler shear force as predictors of consumer panel palatability measures in non-enhanced and enhanced pork loin chops. Ohio State University. 134 p.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2003. *Situación de Salud en las Américas. Indicadores Básicos*.
- Park, K.M., A.B. Pramod, J.H. Kim, H.S. Choe e I.H. Hwang. 2010. Molecular and biological factors affecting skeletal muscle cells after slaughtering and their impact on meat quality: A mini review. *Journal of Muscle Foods*, 21: 280-307.
- Patterson, K.Y., D. Trainer, J.M. Holden y J.C. Howe. 2009. *USDA Nutrient Data Set for Fresh Pork (From SR) Release 2.0*. Agricultural research service. 18 p.
- Pedauyé, J., S. Bañón, M. Quiñonero, M.B. López y M.D. Garrido. 1994. *Calidad de la Carne de Cerdo: influencia del espesor panículo graso dorsal, el grado de infiltración grasa muscular y del sexo*. Universidad de Murcia. 8 p.

- Peretti, M. 1999. Aspectos Económicos de la Producción Porcina (en línea). Consultado 10 de octubre de 2015. Disponible en: <http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/fericerdo/peretti.htm>
- Rayman, M.P. 2002. The argument for increasing selenium intake. Sheffield, Inglaterra, Universidad de Sheffield. Meeting of the Nutrition-Society, 61:203-215.
- Roseiro, L. C., C. Santos y R. S. Melo. 1994. Meat Science, 35:105.
- Sagastume, J. O. y M. A. Oliva. 2007. Efecto de la adición de selenio orgánico a la dieta de cerdos de engorde sobre la calidad de la canal. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 20 p.
- Salazar, G. 2006. Composición química de la carne de cerdo para abasto, en relación al gen del síndrome de estrés porcino. Tesis Doctorado en Ciencias Pecuarias, Tecoman, Colima, México, Universidad de Colima. 129 p.
- Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria de Honduras (SENASA). 2000. Reglamento de inspecciones de carnes y productos cárnicos (en línea). Consultado 25 de octubre de 2015. Disponible en: <http://www.senasa-sag.gob.hn/wp-content/uploads/2015/08/reglamentodeinspecciondecarnesyproductoscarnicos.pdf>
- Sheard, P.R. y A. Tali. 2004. Injection of salt, tripolyphosphate and bicarbonate marinade solutions to improve the yield and tenderness of cooked pork loin. Meat Science, 68:305-311.
- Silva, J. 2005. Estudio de la Incidencia del Reposo Ante mortem en Cerdos y la Influencia en el pH, Capacidad de Retención de Agua y Color de músculo. Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura, ISSN 0718-1620, Vol. 32, N° 2. p. 125-132.
- Subar, A. F. y S. M. Krebs-smith, A. Cook, and L. L. Kahle. 1998. Dietary sources of nutrients among US adults. J. Am. Diet. Assoc. 98:537-547.
- Tian, J. Z., M. S. Yun, W. S. Ju, H. F. Long, J. H. Kim, D. Y. Kil, J.S. Chang, S. B. Cho, Y. Y. Kim y K. Han. 2006. Effects of dietary selenium supplementation on growth performance, selenium retention in tissues and nutrient digestibility in growing-finishing pigs. Asian-Aust. J. Animal Science, 19:55-60.
- U.S. Meat Export Federation (USMEF). 2014a. Work Continues on Value-added Tax Issue in Honduras (en línea). Consultado 30 de agosto de 2014. Disponible en: <https://www.usmef.org/work-continues-on-value-added-tax-issue-in-honduras/>.



U.S. Meat Export Federation (USMEF). 2014b. A Closer Look at the Canada-Honduras FTA (en línea). Consultado 30 de agosto de 2014. Disponible en: <https://www.usmef.org/a-closer-look-at-the-canada-honduras-fta/>.

Van Heugthen, E. 2000. Understanding pork quality (en línea). Consultado 25 de octubre de 2015. 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).

Vote, D., W. Platter, J. Tatum, G. Schmidt, K. Belk, G. Smith y N. Speer, N. 2000. Injection of beef strip loins with solutions containing sodium tripolyphosphate, sodium lactate, and sodium chloride to enhance palatability. *Journal of Animal Science*, 78: 952–957.

Whipple, G., M. Koohmaraie, M.E. Dikeman, J.D. Crouse, M.C.E. Hunt y R.D. Klemm. 1990. Evaluation of attributes that affect Longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. *Journal of Animal Science* 68: 2716-2728.

Williams, E.A. 2011. Update of sodium values for pork products. Texas, Estados Unidos. 35 p.

Wright, B. D. 2014. Data at our fingertips, myths in our minds: recent grain Price jumps as “the perfect storm”. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 58: 538-553.

Wright, L.I., J.A. Scanga, K.E. Belk, T.E. Engle, J.D. Tatum, R.C. Person, D.R. McKenna, D.B. Griffin, F.K. McKeith, J.W. Savell, G.C. Smith. 2005. Benchmarking value in the pork supply chain: Characterization of US pork in the retail market place. *Journal of Animal Science*, 71:451-463.

Zagrodzki, P. 2000. Selenium in human nutrition. Part 1, selenium content in the food, recommended and actual intake of selenium. *Toksykol*, 33:209-214.

Zhan, X.A., M. Wang, R.Q. Zhao, W.F. Li y Z.R. Xu. 2007. Effects of different selenium source on selenium distribution, loin quality and antioxidant status in finishing pigs. *Animal feed science and technology*, 132:3-4.

## 7. ANEXO

### Anexo 1. Formato de análisis sensorial.

#### Evaluación Sensorial

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:**

Se le presentará 4 muestras codificadas de carne de res, una galleta de soda y un vaso con agua.

- Limpie su paladar con agua y galleta antes y después de cada muestra.
- Haga su evaluación de izquierda a derecha.
- Marque con una "X", según su calificación de acuerdo a los atributos: color, textura, jugosidad, sabor, olor y aceptación general.

Al finalizar la evaluación deje la hoja en su cubículo e indique al evaluador que ha finalizado diciendo el número de su cubículo en voz alta y tocando la ventanilla.

1. Me desagrada extremadamente
2. Me desagrada mucho
3. Me desagrada moderadamente
4. Me desagrada poco
5. Ni me agrada ni me desagrada
6. Me agrada poco
7. Me agrada moderadamente
8. Me agrada mucho
9. Me agrada extremadamente

Número de Muestra: \_\_\_\_\_

	Me desagrada extremadamente	Me desagrada mucho	Me desagrada moderadamente	Me desagrada poco	Ni me agrada ni me desagrada	Me agrada poco	Me agrada moderadamente	Me agrada mucho	Me agrada extremadamente
Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Aroma									
Sabor									
Textura									
Jugosidad									
Aceptación general									