

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DE PH CÁRNICO EN
CANALES DE CERDOS CON DIFERENTES PERÍODOS DE
DESCANSO, EN EL CENTRO DE CARNES S.A. 2015.**

JOSÉ DANIEL MARROQUÍN HERNÁNDEZ

MÉDICO VETERINARIO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2016

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DE PH CÁRNICO EN
CANALES DE CERDOS CON DIFERENTES PERÍODOS DE
DESCANSO, EN EL CENTRO DE CARNES S.A. 2015.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

JOSÉ DANIEL MARROQUÍN HERNÁNDEZ

Al conferírsele el título profesional de

Médico Veterinario

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, AGOSTO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya de Romillo
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Marylin Elisa Reyes Valenzuela
VOCAL V:	Br. Javier Augusto Castro Vásquez

ASESORES

M.V. KATTIA YOLANDA MORALES UREÑA
M.A. JAIME ROLANDO MENDEZ SOSA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DE PH CÁRNICO DE CANALES DE CERDO CON DIFERENTES PERÍODOS DE DESCANSO, EN EL CENTRO DE CARNES S.A. 2015.

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO

ACTO QUE DEDICO A:

- A DIOS:** Por darme la vida, ser mi guía y permitirme alcanzar esta meta.
- A MI MADRE:** Teresa Hernández Ruiz, por su apoyo indispensable en toda mi vida, por su amor, su esfuerzo y enseñarme el camino del bien.
- A MI PADRE:** Daniel Marroquín, por su apoyo en el cumplimiento de mis metas.
- A MIS HERMANOS:** Fidias, Marvin, Flor y Juan José, por apoyarme, brindare ánimos, ser mi guía y darme todo que lo pueden para alcanzar mis metas.
- A MIS TIOS:** Magda Hernández y Juan Hernández, por enseñarme el camino del bien, y alentarme a alcanzar mis metas.
- A MI NOVIA:** Migdalia Yuman, por ser esa persona tan especial, tierna, amorosa y apoyarme incondicionalmente.
- A MIS AMIGOS:** Ana Camey, Astrid Gómez, William Pirir y Henry Barillas, por brindarme su amistad y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS:** Por darme la oportunidad de alcanzar esta meta y darme la vida.
- A MIS PADRES:** Teresa Hernández y Daniel Marroquín, por apoyarme en cada momento para poder llegar a donde estoy ahora, por enseñarme a ser mejor persona en la vida.
- A MIS HERMANOS:** Fidias, Marvin, Flor y Juan José, por su apoyo, esfuerzo y ayuda incondicional que me impulsaron a seguir adelante en mi meta.
- A MIS TÍOS:** Magda Hernández y Juan Hernández, por sus consejos y apoyo a ser una mejor persona.
- A MI MORITA:** Mili Yuman, por darme su amor, esa alegría y apoyo que me hace sentir desde el primer momento.
- A MIS AMIGASOS:** Henry Barillas, William Pirir, Ana Camey y Astrid Gómez, por su amistad, consejos, apoyo, confianza y ayuda en todo momento, por esos momentos tan divertidos durante la carrera y estar siempre conmigo.
- MIS AMIGOS:** Gracias por ser parte de mi vida y haberme ayudado a lo largo de la carrera.

A CECARSA:

Octavio López y Kattia Morales, por darme la oportunidad de aprender y desempeñar mi trabajo en la empresa y brindarme su apoyo en el final de mi carrera.

A LOS CATEDRÁTICOS:

Por brindarme sus conocimientos a lo largo de la carrera y por compartir sus experiencias de vida.

A LA USAC:

Por el conocimiento y las buenas experiencias estudiantiles vividas.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
I.	HIPÓTESIS	3
II.	OBJETIVOS	4
	2.1.General.....	4
	2.2.Específicos	4
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
	3.1.Generalidades	5
	3.1.1.La carne	5
	3.1.2.El pH cárnico.....	5
	3.1.3.Descenso del pH.	7
	3.2.Factores que inciden en el pH de la carne porcina.....	8
	3.2.1.Genética	8
	3.2.1.1.Gen de sensibilidad al Halotano	8
	3.2.1.2.Gen RN.....	8
	3.2.1.3.Raza	9
	3.2.2.Alimentación y Ayuno	9
	3.2.3.Transporte.....	10
	3.2.4.Estrés	11
	3.2.5.Período de descanso ante-mortem	12
	3.2.6.Aturdimiento	13
	3.3.Calidad de la carne porcina	14
	3.3.1.Carnes PSE.....	16
	3.3.2.Carnes DFD	17

IV. MATERIALES Y MÉTODOS	19
4.1.Materiales	19
4.1.1.Recursos humanos	19
4.1.2.Recursos Biológicos.....	19
5.1.3.Recursos de campo	19
5.2.Metodología.....	20
5.2.1.Diseño del estudio.....	20
5.2.2.Tratamientos	20
5.2.3.Procedimiento	21
5.2.4.Análisis Estadístico	22
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
5.1.Análisis de Varianza y prueba de Tukey.....	23
VI. CONCLUSIONES	26
VII. RECOMENDACIONES	27
VIII. RESUMEN	28
SUMMARY	29
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
X. APÉNDICE	32
XII. ANEXOS	33

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, la industria porcina mundial ha experimentado un gran desarrollo, que involucra una creciente demanda en la calidad del producto final. En Guatemala el consumo de carne de cerdo se ha ido incrementando, la población se ha hecho más exigente en obtener productos de calidad e inocuidad provenientes del cerdo. Actualmente CECARSA necesita estudios de la calidad cárnica de cerdo en base a la medición del pH de las canales de cerdos, para conocer los parámetros productivos de calidad producidos.

En el estudio se determinará la variación que tiene el pH cárnico en canales de cerdos con diferentes períodos de descanso. Debido a que el período de descanso marca un punto muy importante que puede variar el pH cárnico de las canales de cerdos, teniendo incertidumbre por conocer el período de descanso ideal antes del sacrificio, en esta investigación se compararan las variaciones de pH cárnico de canales de cerdos sometidos a diferentes períodos de descanso. Siendo necesaria la investigación para conocer estos parámetros, así fomentar carne de calidad, para producir mejores productos, en sabor, durabilidad de la carne y proporcionar a la población canales de buena calidad.

Para la conservación de la carne el pH, es uno de los parámetros que más influencia tiene en las características organolépticas y tecnológicas, que determinan la calidad, inocuidad, nivel microbiológico, durabilidad y que a su vez, se encuentra muy condicionado por el manejo, genética y estado de estrés de los cerdos en momentos previos al sacrificio. Su control es muy importante tanto como indicador de las condiciones higiénicas como para el control de procesos de transformación.

Dentro de los principales tipos de defectos producidos en la carne de cerdo en relación al pH: la carne PSE (pálida, suave, exudativa) carne muy pálida, con

poco sabor, con una acidez muy pronunciada, pH menores a 5.8. Cuando los parámetros de pH ideales cárnicos en cerdos deben estar de 5.8 – 6.3.

I. HIPÓTESIS

Si existe diferencia significativa del pH cárnico en canales de cerdos con períodos de descanso de 0, 3, 6 y 8 horas.

II. OBJETIVOS

2.1. General

- Generar información sobre la variación del pH cárnico en canales de los cerdos con diferentes períodos de descanso.

2.2. Específicos

- Determinar el pH cárnico de canales de cerdos con períodos de descanso de 0, 3, 6 y 8 horas en el centro de carnes S.A.
- Conocer la curva de variación de pH con los diferentes períodos de descanso.
- Determinar si existe diferencia de pH cárnico entre los diferentes períodos de descanso.
- Determinar en base a la curva de variación de pH cárnico, los mejores o el período de descanso óptimo antes del sacrificio.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Generalidades

3.1.1. La carne

Es la parte comestible, sana y limpia de la musculatura estriada esquelética, acompañada o no de tejido conjuntivo elástico, grasas, fibras nerviosas, vasos sanguíneos y linfáticos de las especies animales de abasto sacrificadas y autorizadas como alimento para consumo humano; sometidas a proceso de maduración, que comprende una serie de transformaciones irreversibles de carácter físico-químico de dicha musculatura. (MAGA, 2002).

La carne es el resultado de dos cambios bioquímicos que ocurren en el período post-mortem: el establecimiento del rigor mortis y la maduración. El principal proceso que se lleva a cabo durante el establecimiento del rigor mortis es la acidificación muscular. (Castrillón, W. Fernández, J. Restrepo, L. 2005)

3.1.2. El pH cárnico

El pH es un valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presentes en una disolución.

El pH de la carne tiene gran importancia ya que influye sobre las características de color, ternura, sabor, capacidad de retención de agua y conservación, afectando por lo tanto a las propiedades organolépticas de la carne, calidad higiénica y su aptitud tecnológica para la elaboración de productos cárnicos. (Ramos 2008)

Instantes después del sacrificio de los animales, en el músculo comienzan una serie de cambios metabólicos. El hecho más significativo es que se incrementa progresivamente la cantidad de ácido láctico como consecuencia de que el músculo consume las propias reservas de glucógeno. El incremento del contenido de ácido láctico se mide mediante el valor de pH, de modo que el aumento del contenido de este ácido en el músculo se relaciona con un descenso progresivo del valor de pH. (Ramos 2008)

Tras la muerte del animal, cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes al músculo, de manera que el mismo debe utilizar un metabolismo anaeróbico para transformar sus reservas de energía (glucógeno) en ATP con el fin de mantener su temperatura e integridad estructural. El ATP formado se obtiene a través de la degradación de glucógeno en ácido láctico. Este ácido láctico ya no puede ser retirado por el sistema sanguíneo, por lo tanto va a provocar el descenso del pH muscular. (Castrillón, W. Fernández, J. Restrepo, L. 2005)

Desde hace más de tres décadas se han efectuado mediciones de pH a los 45 min y 24 h post-mortem para tipificar la calidad de la carne PSE (pálida, suave y exudativa) y DFD (dura, oscura y firme). Actualmente esta determinación objetiva es usada en trabajos de investigación sobre calidad de la carne y en la mayoría de las salas de sacrificio, ya que es una variable que predice de manera precisa la calidad físico-química de la carne obtenida. (Hernández, J. Aquino, J. Ríos, F. 2013)

El parámetro normal de pH cárnico es considerado de un pH₄₅ entre 5.9 y 6.2, las carnes con $\text{pH}_{45} \leq 5.8$ se consideran PSE y las carnes con $\text{pH}_{45} \geq 6.3$ se consideraron DFD. (Castrillón, W. Fernández, J. Restrepo, L. 2005)

3.1.3. Descenso del pH.

El descenso de pH en el cerdo es más rápido cuando el animal sufre un estrés agudo en el momento del sacrificio, ya que su temperatura corporal es mayor y la velocidad de la glucólisis se ve aumentada con la temperatura. La velocidad y la magnitud de la caída de pH después del sacrificio es posiblemente la causa individual más importante de la variación existente en calidad cárnica del porcino. (Coma, J. y Piquer, J. 2005)

La velocidad de reducción del pH y la temperatura a la que se produce afectan a la desnaturalización proteica en el músculo postmortem. Una caída rápida (hasta tres veces superior) de pH mientras la canal aún está a temperatura alta (>37°C) provoca la desnaturalización de las proteínas miofibrilares. La caída hasta un pH cercano al punto isoeléctrico (5,0-5,1) de las proteínas musculares reduce considerablemente su capacidad de retener agua. El resultado son carnes blancas y exudativas debido a la poca capacidad de retener líquidos, carnes PSE. Si la caída es insuficiente, el resultado es el contrario, carne DFD. Una carne DFD no presenta problemas de palatabilidad debido a su alta capacidad de retención de agua, siendo válida para elaborados. Sin embargo, presenta problemas de estabilidad y seguridad alimentaria. Por otro lado, una carne PSE es totalmente inaceptable por el consumidor debido a su aspecto y palatabilidad. Entre estos dos casos anómalos extremos, es posible identificar diferentes categorías de calidad en función del resultado de diferentes parámetros. (Coma, J. y Piquer, J. 2005)

Los cambios en el pH después del sacrificio son básicamente debidos a la degradación del glucógeno a ácido láctico por glucogenólisis y glicólisis en condiciones anaerobias. Mientras que el papel del glucógeno hepático es básicamente mantener el nivel de glucosa en sangre, el glucógeno del músculo esquelético actúa como fuente energética de rápida movilización, especialmente

en casos de metabolismo anaerobio, mediante glucogenolisis. (Coma, J. y Piquer, J. 2005)

3.2. Factores que inciden en el pH de la carne porcina

3.2.1. Genética

- HAL (gen halotano) status.
- RN (gen RendementNapole) status.
- Raza.
- Tipo de fibras musculares.
- Sexo.

(Coma, J. y Piquer, J. 2005)

3.2.1.1. Gen de sensibilidad al Halotano

Localizado en el cromosoma 6, fue descubierto en 1991 por investigadores canadienses, quienes encontraron a mutación responsable del síndrome de estrés porcino en el gen que codifica el receptor de rianodina o de liberación del calcio. (Chimborazo 2000)

3.2.1.2. Gen RN

Llamado gen de la carne ácida ha sido localizado sobre el cromosoma 15, es un gen monogénico dominante que se expresa por un fuerte aumento del descenso de pH que conlleva a un pH último bajo. (Chimborazo 2000)

3.2.1.3. Raza

La raza Duroc presenta valores de pH final de 5.72, proporcionando carne más suave que la de los cerdos Landrace con un pH final de 5.64. Los genes Rendimiento Napole (RN) y Halotano (Hal) tienen un efecto negativo en la calidad de la carne de porcinos ya que están asociados con carne de pH y rendimiento bajas, particularmente el gen Hal está asociado con la incidencia de carne pálida, suave y exudativa. Animales de razas libres del gen del estrés o gen Hal como la LargeWhite y la Duroc tienen mejor calidad de la carne que la Pietrain. (Alarcón, A. Gamboa, J. Janacua, H. 2008)

3.2.2. Alimentación y Ayuno

La alimentación es muy importante, dependiendo las características del alimento, vitamina E, calcio, otros compuestos. (Coma, J. y Piquer, J. 2005)

El tiempo de ayuno es la suma total de tres diferentes etapas: tiempo entre la última vez que el animal consumió alimento sólido en la unidad de producción pecuaria y el comienzo del transporte, tiempo de transporte y la permanencia en los corrales de espera del matadero. En muchas ocasiones el período entre el último contacto del animal con el alimento y el inicio del transporte es muy corto o no se da, debido a que no existe una logística de comercialización, o bien por un desconocimiento de los procesos fisiológicos. (Hernández, J. Aquino, J. Ríos, F. 2013)

Para el ayuno se sugiere entre 16 y 24 horas de retiro de alimento debido a la mayor facilidad de eviscerado del cerdo, menor manejo del desecho en la planta y reducción en la incidencia de vísceras rotas a la hora del sacrificio. El período de ayuno antes del sacrificio reducirá la cantidad de hidratos de carbono

disponibles para la conversión de glucógeno a ácido láctico después de la muerte, lo cual permite obtener una carne menos ácida y por lo tanto, de mejor calidad.

3.2.3. Transporte

- Carga/descarga
- Altas temperaturas
- Duración
- Densidad durante transporte
- Humedad
- Mezcla de grupos sociales. (Coma, J. y Piquer, J. 2005)

Este es uno de los factores más severos ya que la mayor parte de las muertes o traumas que se traducen en hematomas en la canal, ocurren durante el transporte; camiones indebidamente ventilados o condiciones climáticas calurosas causan enormes molestias a los animales. Además de las pérdidas anteriores, la contracción del tejido muscular y la reducción del peso de la canal son una consecuencia del transporte prolongado. El transporte ocasiona un gran estrés psíquico y físico que se traduce en pérdidas (0.5 a 3 %) que pueden ocurrir durante e inmediatamente después del transporte. (Hernández, J. Aquino, J. Ríos, F. 2013)

Por lo tanto el transporte en asociación con otros factores como formación de lotes con animales desconocidos, prolongado tiempo de espera, privación de agua y temperaturas ambientales extremas contribuyen a la variación de pH cárnico y a obtener carnes DFD y PSE. (Hernández, J. Aquino, J. Ríos, F. 2013)

Si las condiciones de transporte son adecuadas, aún en viajes largos el efecto del mismo sobre la calidad de la carne es no significativo. Por el contrario,

si no existen condiciones idóneas, solo basta un corto tiempo de transporte para que se presente el estrés y afecte el bienestar animal y la calidad de la carne obtenida.

3.2.4. Estrés

El estrés es una adaptación hormonal y bioquímica del medio interno e intracelular del animal a los cambios bruscos e intensos del medio ambiente que le permiten sobrevivir. Los animales que son transportados y manejados antes del sacrificio de manera inadecuada, generan un estado de estrés; este produce cambios hormonales muy intensos que afectan la composición química de la sangre y del tejido muscular en el animal en vivo. Además afectan las características fisicoquímicas de la carne después del sacrificio. (Hernández, J. Aquino, J. Ríos, F. 2013)

Por tanto, la actividad física o estrés (movimiento de animales en muelles de carga, descarga, transporte, mezcla de animales y peleas) que provoque un aumento de la concentración de catecolaminas en plasma resulta en el inicio de la glucogenolisis. Una glucogenolisis continuada provoca una disminución de las reservas de glucógeno muscular, y por tanto, falta de sustrato post mortem para provocar la caída de pH, siendo el resultado final una carne DFD. Por otro lado, un estrés agudo momentos antes o en el momento del aturdimiento provoca un aumento de ácido láctico cuando la temperatura es aún elevada, siendo el resultado final una carne PSE. El mecanismo del estrés se asocia a cambios en el metabolismo del calcio, potente activador de la contracción muscular y de la glucogenolisis. (Coma, J. y Piquer, J. 2005)

La aparición de las características PSE es causada por la alta sensibilidad al estrés de ciertas líneas genéticas de cerdos. En ellos el metabolismo muscular se desarrolla de manera anormal debido al estrés, provocando una acelerada degradación de glucógeno a lactato, esto produce una rápida disminución de pH.

Si se combina un brusco descenso de pH luego del sacrificio con una elevada temperatura corporal se produce una desnaturalización proteica con la consiguiente aparición de carne PSE. (Hernández, J. Aquino, J. Ríos, F. 2013)

3.2.5. Período de descanso ante-mortem

- Duchas pre-sacrificio
- Tiempo de reposo
- Otras condiciones
- Pasillo (Coma, J. y Piquer, J. 2005)

La necesidad de un tiempo de espera después del transporte, es una práctica muy aceptada y arraigada en muchos países, uno de los factores que más influye en la calidad de la carne es el tiempo de reposo pero debido a las diferentes condiciones prácticas, de logística, infraestructura y económicas, no existe un acuerdo respecto a la duración de este tiempo. Durante el tiempo de permanencia en los corrales de espera del matadero si el manejo es el adecuado, se estabiliza el aparato circulatorio y el metabolismo en general, por lo tanto el tiempo de permanencia debe adecuarse al tratamiento sufrido durante el transporte, pero también a las condiciones del frigorífico (disposición de corrales, microclima, alteración de la tranquilidad, etc.) y a la sensibilidad de los animales al estrés. Es por todo lo anterior que las recomendaciones sobre los tiempos de permanencia varían drásticamente de acuerdo a las formas de ensayo. (Hernández, J. Aquino, J. Ríos, F. 2013)

Según investigaciones efectuadas el sacrificio inmediato luego del transporte originó más de 40% de casos PSE en cerdos. Observaron que luego de una hora de transporte cuidadoso un tiempo de espera entre 30 y 90 min, basta para una suficiente recuperación de los animales. De manera de conclusión, se puede decir que el tiempo de espera en los corrales ante mortem, debe adecuarse

a las condiciones y tiempos de transporte. (Hernández, J. Aquino, J. Ríos, F. 2013)

El tiempo de permanencia en los corrales ante-mortem deberá adecuarse a la logística de transporte y de sacrificio de cada matadero. Siempre y cuando se tome en cuenta el bienestar animal y los efectos negativos en la calidad de la carne. El tiempo de descanso que se proporciona a los cerdos les permite recuperarse del estrés de la carga, transporte y descarga. El tiempo de descanso ideal es de 2 a 4 horas antes de entrar al pasillo de insensibilización.

Los cerdos sacrificados durante las horas iniciales de reposo presentan conducta agresiva, agotamiento físico y tensión fisiológica, que produce un aumento en la actividad metabólica y reduce el pH intramuscular, elevando la temperatura del cuerpo. Los reposos más largos producen manchas superficiales como resultado de las rivalidades y las peleas entre cerdos para determinar la jerarquía que se establece dentro de las primeras 2 horas de la llegada a los corrales de descanso. En México, el mejor período de reposo antemortem para el sacrificio de cerdos en la región fue de 8 horas. (Alarcón, A. Gamboa, J. Janacua, H. 2008)

Si bien el tiempo de reposo no presentó diferencias para las condiciones PSE y DFD a los 45 minutos, se considera que el período de descanso óptimo para los cerdos antes del sacrificio, para limitar la aparición de la carne PSE, es de 2 a 4 horas, mientras que para otros autores este período debe ser de 2 a 6 horas.

3.2.6. Aturdimiento

- Método
- Proceso
- Duración (Coma, J. y Piquer, J. 2005)

El aturdimiento eléctrico de cerdos ha incrementado la incidencia de la salpicadura de sangre en los músculos, debido a que en el animal estresado se produce una dilatación de los vasos sanguíneos del músculo esquelético, aumentando la actividad fibrinolítica de la sangre retenida. El efecto del tiempo entre insensibilizado y desangrado sobre las características fisicoquímicas de la carne de cerdo. Observaron que la reducción del tiempo entre insensibilizado y desangrado de 16 a 4 segundos trae como resultado una reducción en el consumo de energía por los movimientos musculares obteniendo una caída de pH más lenta. Se ha demostrado que voltajes altos con trampas automáticas mejora drásticamente los valores del pH a los 45 min post-mortem y por lo consiguiente reduce el porcentaje de canales con carne PSE. (Hernández, J. Aquino, J. Ríos, F. 2013)

El aturdimiento eléctrico puede causar una contracción externa que tiene impacto negativo en la calidad de la canal debido a un daño físico en el músculo por cambios en las cargas eléctricas particularmente en el voltaje y en el amperaje. Los defectos en la calidad de la carne que están influenciados por el aturdimiento incluyen fracturas de hueso, equimosis de sangre, golpeado, sangrado inadecuado y presencia de carne PSE. (Alarcón, A. Gamboa, J. Janacua, H. 2008)

3.3. Calidad de la carne porcina

La calidad de la carne consiste en la combinación de características que son indicativas de su valor comercial y del grado de aceptabilidad del consumidor. (Ramos 2008)

La energía requerida para la actividad muscular en un animal vivo se obtiene de los azúcares (glucógeno) presentes en el músculo. En un animal sano y descansado, el nivel de glucógeno de sus músculos es alto. Una vez sacrificado

el animal, este glucógeno se convierte en ácido láctico y el músculo y la canal se vuelven rígidos (*rigor mortis*). Este ácido láctico es necesario para producir carne tierna, y de buen sabor, calidad y color. Pero si el animal está estresado antes y durante el sacrificio, se consume todo el glucógeno y se reduce el nivel de ácido láctico que se desarrolla en la carne luego de su sacrificio, esto puede tener efectos adversos muy graves en la calidad de la carne. (Chambers 2001)

Para valorar la calidad de la carne de forma directa existen diversos parámetros como los caracteres organolépticos: color, olor, terneza, capacidad de retención de agua y cantidad y composición de la grasa, que no son fáciles de determinar en la cadena productiva. (Ramos 2008)

La calidad de la carne de cerdo está influenciada por un gran número de factores de tipo genético y no genético. Estos se pueden clasificar en:

- Factores ante-mortem: dentro de ellos tenemos al estado fisiológico del animal, predisposición genética, alimentación, alojamiento y transporte.
- Factores en matadero: corrales, manejo de los animales, tipo de aturdimiento y desangrado.
- Factores post-mortem: temperatura de la canal, efectividad del enfriamiento, condiciones higiénicas. (Ramos 2008)

Las características principales que determinan la calidad son las propiedades fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas. Estas características están influenciadas por factores como son sistema de producción, grupo racial, alimentación y manejo pre-mortem de los animales y manejo post-mortem de la carne. El manejo ante-mortem es muy importante, donde la fisiología del estrés, y los factores que la causan (ayuno, transporte, espera, aturdimiento y especie) y el efecto que tiene cada etapa del manejo ante-mortem, se ve reflejado en la calidad de la carne obtenida (pH, conductividad, color,

capacidad de retención de agua y vida de anaquel). (Hernández, J. Aquino, J. Ríos, F. 2013)

Las características naturales más importantes de la carne fresca que determinan la calidad son las propiedades físico-químicas (pH, capacidad de retención de agua, color, textura, etc.), organolépticas (suavidad, consistencia, olor, sabor, etc.) y microbiológicas. (Hernández, J. Aquino, J. Ríos, F. 2013)

3.3.1. Carnes PSE

La condición PSE (pálida, suave y exudativa) altera el color, la textura y el sabor de la carne, acidificándola y ocasionándole baja retención de agua, menor valor nutricional y rechazo por el consumidor. (Castrillón, W. Fernández, J. Restrepo, L. 2005)

La condición PSE en los cerdos es causada por un estrés severo, inmediatamente antes de su sacrificio, por ejemplo, al descargar a los animales, al manejarlos, al encerrarlos en los corrales o al inmovilizarlos y aturdirlos. En esas circunstancias, los animales están sujetos a una fuerte ansiedad y miedo por el manejo que le proporciona el hombre, por las peleas en los corrales o por las malas técnicas de aturdimiento. Todo ello resulta en una serie de procesos bioquímicos en el músculo, en especial, la rápida descomposición del glucógeno. La carne entonces se vuelve muy pálida y adquiere una acidez muy pronunciada (valores de pH de 5,4 - 5,6 inmediatamente después del sacrificio), y con poco sabor. Este tipo de carne es difícil de aprovechar, y de hecho no la pueden usar los carniceros o los procesadores de carne. En casos extremos se desperdicia. Si se permite que los cerdos descansen una hora antes de su sacrificio, y se les da un buen manejo, se reduce considerablemente el riesgo de PSE. (Chambers 2001)

Este decrecimiento del pH post mortem puede afectar atributos importantes sobre la calidad de la carne tales como color, capacidad de retención de agua y textura. Mediante el uso del pHmetro (potenciómetro) a los 45 minutos post-mortem se puede determinar la presencia de la condición PSE. Un pH 45 menor o igual 5.8 indica la presencia de la condición PSE, mientras que un pH 45 mayor o igual a 6.3 determina la presencia de la condición DFD. De lo anterior se podría deducir que una carne Normal es la que tiene un pH 45 entre 5.9 y 6.2. (Castrillón, W. Fernández, J. Restrepo, L. 2005)

Es más importante el descenso del pH que ocurre en la primera hora post-mortem que el pH final, ya que lo que determina la presentación de la carne PSE es la velocidad del descenso del pH. Son muchas las variables asociadas con la condición PSE (genética, sexo, peso, edad, grasa dorsal, ayuno, estación del año, tiempo de transporte, densidad, temperatura y humedad relativa, reposo, aturdimiento y sistema de frío para las canales). (Castrillón, W. Fernández, J. Restrepo, L. 2005)

3.3.2. Carnes DFD

La carne DFD (dura, oscura y firme) se desarrolla cuando el glicógeno muscular disminuye antes del sacrificio resultando en un pH muscular alto proveniente de una glicólisis postmortem reducida. Esta carne se caracteriza por tener una alta capacidad de retención de agua, aunque su apariencia sea seca. (Castrillón, W. Fernández, J. Restrepo, L. 2005)

La carne de la canal es más oscura y más seca de lo normal, y tiene una textura más firme. El glucógeno muscular se consume durante el transporte y el manejo en el período anterior al sacrificio. Por consiguiente, hay poca generación de ácido láctico luego del sacrificio, produciéndose así una carne DFD. Esta carne es de una calidad inferior, ya que el sabor menos acentuado y su color oscuro son

poco apetecidos por el consumidor. Tiene una menor vida útil por sus niveles de pH anormalmente altos (6,4 - 6,8). La carne con la condición DFD implica que la canal procedió de un animal estresado lesionado o enfermo antes de su sacrificio. (Chambers 2001)

Cuando el pH permanece alto la estructura proteica es más cerrada y el agua no sale de las fibras musculares, esto impide la salazón, los productos tienen una vida útil más corta por el elevado pH, aunque rinden bien a la cocción. Esto se conoce como carnes DFD. Un pH 45 mayor o igual a 6.3 determina la presencia de la condición DFD. (Castrillón, W. Fernández, J. Restrepo, L. 2005)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Recursos humanos

- Médicos Veterinarios Asesores.
- Estudiante Investigador.
- Colaboradores de la plantaprosesadora.

4.1.2. Recursos Biológicos

60 cerdos, divididos en 4 grupos.

5.1.3. Recursos de campo

- Medidor de pHmetro (potenciómetro) HANNAHI99163.
- Solución tampón pH 4,0. HI 7004L botella 500ml.
- Solución tampón pH 7,01. HI 7007L botella 500ml.
- Solución Almacenamiento HI 70300L botella 460ml.
- Solución de Limpieza HI 7061L botella 460ml.
- Agua Destilada.
- Toallas.
- Tabla para escribir.
- Boletas de toma de pH cárnico.
- Hojas tamaño carta.
- Impresora.
- Uniforme celeste.
- Casco industrial.
- Redecilla para cabello.
- Botas de hule.
- Guates de látex.

- Computadora.
- Lapicero y lápiz.
- Reloj.

5.2. Metodología

5.2.1. Diseño del estudio

Experimental, completamente al azar con 4 tratamientos.

Para esta investigación se usó un pH metro(potenciómetro) modelo HANNA HI99163, el cual se insertó a nivel del musculo semimembranoso de la pierna derecha de todas las canales de cerdos. Los datos fueron anotados y luego comparados estadísticamente.

5.2.2. Tratamientos

- Período de descanso 0 horas
- Período de descanso 3 horas
- Período de descanso 6 horas
- Período de descanso 8 horas

Cada tratamiento fue integrado por 15 unidades experimentales (piernas derechas de canales de cerdos). El número de animales que se usó para este estudio fue de 60 cerdos, de la granja Santa Clara, ubicada en Masagua Escuintla.

- El grupo 1 estuvo conformado por 15 cerdos que fueron sacrificados sin período de descanso (0 horas).
- El grupo 2 estuvo conformado por 15 cerdos que fueron sacrificados con un período de descanso en corrales de 3 horas.

- El grupo 3 estuvo conformado por 15 cerdos que fueron sacrificados con un período de descanso en corrales de 6 horas.
- El grupo 4 estuvo conformado por 15 cerdos que fueron sacrificados con un período de descanso en corrales de 8 horas.

5.2.3. Procedimiento

- Recepción de cerdos en pie, pesaje y examen ante-mortem.
- Separar a los cerdos en diferentes corrales de estadía.
- Se anotó la hora que entraron a los corrales de estadía y se anotó el tiempo.
- Luego se ingresaron a sacrificio a los cerdos del grupo 1 (0 horas de descanso). No se incluyeron cerdos con problemas para caminar, ni con estrés porcino.
- Se calibró el potenciómetro con las soluciones tampón 4,01. y 7,01.
- Transcurrido 1 hora luego del sacrificio de los cerdos del grupo 1, pasaron al área de oreo.
- A los cerdos del grupo 1, se tomó el pH cárnico; Insertando la sonda del potenciómetro con la cuchilla en el musculo semimembranoso de la pierna derecha. Ahí se tomó nota del pH de las canales de cerdos sin período de descanso (0 horas).
- A los cerdos del grupo 2, transcurrido las 3 horas de descanso en corrales de estadía, se ingresaron a sacrificio. Después de 1 hora luego del sacrificio se tomó el pH cárnico; Insertando la sonda del potenciómetro con la cuchilla en el musculo semimembranoso de la pierna derecha. Ahí se tomó nota del pH de las canales de cerdos con período de descanso de 3 horas.

- A los cerdos del grupo 3, transcurrido las 6 horas de descanso en corrales de estadía, se ingresaron a sacrificio. Después de 1 hora luego del sacrificio se tomó el pH cárnico; Insertando la sonda del potenciómetro con la cuchilla en el musculo semimembranoso de la pierna derecha. Ahí se tomó nota del pH de las canales de cerdos con período de descanso de 6 horas.
- A los cerdos del grupo 4, transcurrido las 8 horas de descanso en corrales de estadía, se ingresaron a sacrificio. Después de 1 hora luego del sacrificio se tomó el pH cárnico; Insertando la sonda del potenciómetro con la cuchilla en el musculo semimembranoso de la pierna derecha. Ahí se tomó nota del pH de las canales de cerdos con período de descanso de 8 horas.
- Se anotaron todos los datos y resultados obtenidos en las boletas de tomas de pH cárnico y se transcribió a la computadora, que sirvieron para las pruebas estadísticas.

5.2.4. Análisis Estadístico

La información generada se resumió por medio de promedio y la comparación de las mismas, esto se realizó por medio de análisis de varianza con una prueba de medias “Tukey”, con una significancia de 0.05, con un diseño completamente al azar.

Se usó una gráfica lineal para observar la curva de variación de pH cárnico.

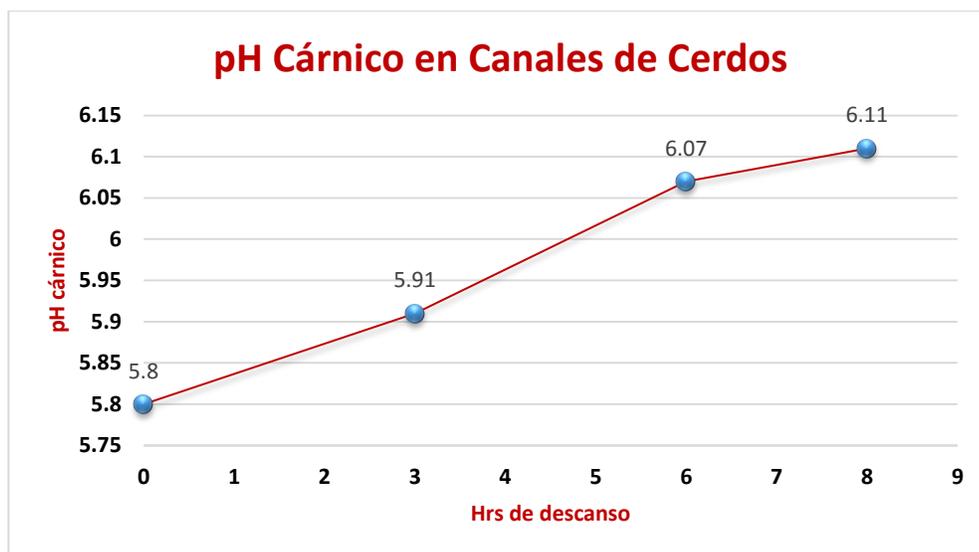
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis de Varianza y prueba de Tukey

Para obtener los resultados se tomaron las muestras de pH cárnico de 60 canales de cerdos, divididos en 4 grupos de 15. Tratamiento 1 (0 horas de descanso), Tratamiento 2 (3 horas de descanso), Tratamiento 3 (6 horas de descanso), Tratamiento 4 (8 horas de descanso). Se obtuvo el resultado de las medias de cada grupo y se realizó el análisis de varianza y prueba de Tukey para observar la diferencia estadística.

Tratamientos	Tratamientos Hrs	pH Media	Tukey
1	0	5.80	B
2	3	5.91	B
3	6	6.07	A
4	8	6.11	A

Un rango de pH normal es de 5.8 a 6.30



Al analizar los resultados de las mediciones del pH con los diferentes tratamientos, se determinó que entre el tratamiento 1 (0 horas) y tratamiento 2 (3 horas), no hay diferencia estadísticamente significativa. Y del tratamiento 3 (6 horas) y tratamiento 4 (8 horas) no se encontró diferencia al analizar las medias de los diferentes períodos de descanso. Esto quiere decir que da lo mismo sacrificar a los cerdos sin períodos de descanso a que esperen a reposar 3 horas, lo cual muestran niveles de pH estadísticamente similares, por lo que están riesgosos a padecer carnes PSE, esto debido a que durante este período de tiempo de 3 horas no es lo suficientemente ideal para que un cerdo recupere el glucógeno perdido durante el transporte, por lo que va a presentar un nivel de pH cárnico similar a los cerdos que fueron sacrificados sin período de descanso.

Pero sí se encontró diferencia de tratamientos del 1 y 2 al 3 y 4. Esto dice que no es lo mismo sacrificar un cerdo sin período de descanso a que él cerdo descansa 6 horas ante mortem, obteniendo en el tratamiento 3 y 4 una mejor calidad cárnica. De esto se puede mencionar que el período de descanso de 6 horas ante mortem, sí es lo suficientemente adecuado, importante y necesario para alcanzar un nivel de pH cárnico de calidad, sin riesgos de padecer carnes PSE. Según lo observado en las tablas de resultados de mediciones de pH. Tomando en cuenta que los niveles de pH varían dependiendo de las condiciones de cada planta de sacrificio. Pudiéndose observar que según la teoría el período ideal de descanso ante mortem es de 6 horas, permitiendo que los cerdos recuperen el nivel de glucógeno perdido y reducir el estrés del transporte, haciendo que los niveles de pH cárnico sean los óptimos para el consumo y la calidad de la carne.

A pesar de que según los datos obtenidos cabe resaltar que no se puede quitar el efecto de estrés pre sacrificio y el sexo, debido a que esto depende de cada animal, según estudios las hembras tienen mayor incidencia sobre la condición PSE que los machos, el cual sostiene que esto podría deberse a

diferencias en la utilización del glucógeno durante el ayuno, a la composición de fibras musculares o al comportamiento durante el transporte y pre-sacrificio por parte de las hembras.

Analizando diferentes estudios se considera que el período de descanso óptimo para los cerdos antes del sacrificio, para limitar la aparición de la carne PSE, debe ser de 4 a 6 horas. Sin embargo, el tiempo de reposo puede variar ampliamente, de menos de una hora a más de 24 horas, según características particulares. Diferentes investigaciones catalogan que los cerdos con menor tiempo de reposo aumentan las probabilidades de padecer carnes PSE y que los cerdos con un período de descanso ideal de 6 horas mejoran el nivel de pH cárnico libres de padecer carnes PSE, observándose concordancia con esta investigación, debido a que los cerdos que descansaron 6 y 8 horas obtuvieron mejores niveles de pH cárnico que los que no descansaron y los que descansaron solo 3 horas.(Coma, J. y Piquer, J. 2005)

Es importante recordar que estos datos son para producir carne de buena calidad, fomentar la producción de productos porcinos, la durabilidad de la carne, la transformación de la carne y el bienestar animal.

VI. CONCLUSIONES

- El pH cárnico promedio de las canales de cerdo con períodos de descanso de 0 horas fue de 5.80, de 3 horas fue de 5.91, de 6 horas fue de 6.07 y de 8 horas fue de 6.11.
- De acuerdo al estudio realizado, la curva de variación del pH cárnico fluctúa de 5.8 en el tratamiento 1 a 6.11 en el tratamiento 4.
- Existe diferencia significativa entre el reposo de menor de 3 horas con un reposo mayor de 6 horas.
- Entre los 4 tratamientos el período de descanso óptimo para el sacrificio es el de 6 horas y 8 horas, debido a que muestra niveles de pH cárnico mejores y libres de padecer carnes PSE o DFD. Demostrando que es el tiempo necesario para que los cerdos recuperen los niveles de glucógeno perdidos durante el transporte y recuperarse del estrés del mismo.

VII. RECOMENDACIONES

- Que los cerdos descansen 6 a 8 horas ante mortem, para fomentar el bienestar animal, disminuir pérdidas en decomisos y en la calidad cárnica.
- Realizar más estudios sobre la calidad de la carne, para atender las demandas del mercado, mejorar la producción de la carne de cerdo, así fomentar el consumo de carne de calidad.
- El pH cárnico puede ser afectado por diferentes factores, por lo que es importante realizar nuevos estudios enfocándonos a la genética, alimentación, manejo, proceso, sexo, ayuno y transporte.

VIII. RESUMEN

La investigación se realizó en CECARSA y genera información sobre la variación del pH cárnico en canales de los cerdos con diferentes períodos de descanso de 0, 3, 6 y 8 horas. Para comprobar si existe diferencia del pH cárnico en canales de cerdos sometidos a estos 4 tratamientos. Así fomentar la carne de calidad, para satisfacer mejor al mercado. Para esto se muestrearon 60 canales de la granja Santa Clara, divididos en 4 grupos de 15 cerdos. Todos los cerdos están bajo las mismas condiciones.

Se recibieron a los cerdos y se separaron en 4 corrales, cada grupo se le asignó diferente período de descanso y fueron sacrificados. Pasada 1 hora se procedió a medir con un potenciómetro el pH de todas las canales. Se anotaron los datos y se utilizó un análisis de varianza con un diseño de estudio completamente al azar.

Los resultados de los tratamientos fueron "0" pH5.80, "3" pH5.91, "6" pH6.07, "8" pH6.11. Demostrando que entre el tratamiento 1 (0 horas) y 2 (3 horas), no hay diferencia y del 3 (6 horas) y 4 (8 horas) tampoco. Si habiendo diferencia de tratamientos del 1 y 2 al 3 y 4. Sí el cerdo descansa 6 horas ante mortem obtiene una mejor calidad cárnica. En CECARSA 6 y 8 horas es el período de descanso ideal para que los cerdos recuperen los niveles de glucógeno perdidos durante el transporte y recuperarse del estrés del mismo. Comparándolos con los parámetros de calidad, que un pH ideal, está entre un rango de pH, 5.8 a 6.3.

SUMMARY

The research was conducted in CECARSA and generates information on the variation of pH meat in pigs channels with different rest periods of 0, 3, 6 and 8 hours. To test for difference in pH meat carcasses of pigs under these 4 treatments. And promote quality beef, to better satisfy the market. To this 60 channels farm Santa Clara, divided into 4 groups of 15 pigs were sampled. All pigs are under the same conditions.

They were received pigs and separated into 4 pens, each group was assigned different rest period and were sacrificed. After 1 hour were measured with a potentiometer the pH of all channels. Data were recorded and an analysis of variance with a study design was used completely random.

The treatment results were "0" pH5.80, "3" pH5.91, "6" pH6.07, "8" pH6.11. Proving that between treatment 1 (0 hours) and 2 (3 hours), there is no difference, and 3 (6 hours) and 4 (8 hours) either. If having unlike treatments 1 and 2 to 3 and 4. If the pig rests 6 hours ante- get better meat quality. In CECARSA 6 and 8 hours is the ideal period for pigs recover lost glycogen levels during transport and recover from the stress of it rest. Comparing them with the quality parameters, an ideal pH range is between pH 5.8 to 6.3.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alarcón, A. Gamboa, J. y Janacua, H. (2008). *Factores que afectan la calidad de la carne de cerdo*. Universidad Autónoma de Chihuahua. México. Recuperado de <http://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAA&url=http%3a%2Fdialnet.unirioja.es%2descarga%2Farticulo%2F3987340.pdf&ei=iwLPVMXmNvjfsAS4nlL4DQ&ug=AFQjCNFI9FT1gsPQBtF1vzqs5K13yeg8BQ&bvm=bv.85076809,d.cWc>.
2. Castrillón, W. Fernández, J. y Restrepo, L. (2005). *Determinación de carne PSE (Pálida, suave y exudativa) en canales de cerdo*. Colombia. Universidad de Antioquia. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169815869003>.
3. Chambers, P. (2001). *Directrices para el manejo, transporte y sacrificio humanitario del ganado*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/005/x6909s/x6909s00.htm>.
4. Coma, J y Piquer, J. (2005). *Calidad de carne en porcino: efecto de la nutrición*. Grupo Vall Company. Recuperado de <http://www.uco.es/servicios/nirs/fedna/capitulos/99CAP8.pdf>.
5. Escuela superior politécnica de Chimborazo. (2000). *Factores que afectan la calidad de la carne*. Ecuador. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/37895449/Factores-Que-Afectan-La-Calidad-de-La-Carne#scribd>.



6. Hernández, J. Aquino, J. y Ríos, F. (2013). *Efecto del manejo pre-mortem en la calidad de la carne*. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. México. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4726621>.
7. Hualix Intervenciones (2013). *Medidor de pH para la carne y embutidos HI99163*. Recuperado de: <http://www.hualix.com.pe/wpcproduct/medidor-de-ph-para-carne-y-embutidos-hi99163/>
8. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. (2002). *Reglamento Oficial de Rastros de la República de Guatemala*. # 411- 2,002. Guatemala: MAGA.
9. Ramos, D.D. (2008). *Caracterización de la canal y la carne del cerdo criollo y de los productos cárnicos en el departamento de Tumbes, Perú*. Tesis de doctorado no publicada. Universidad de León España. Recuperado de <https://coopleon.files.wordpress.com/2009/12/tesisdaphne.pdf>.



X. APÉNDICE

10.1. Potenciómetro

El pHmetro portátil HANNA HI 99163 es un kit específico, creado para el análisis del pH en la carne y sus productos derivados. El pHmetro lleva incluido el electrodo FC 232D que agrupa muchas características que garantizan una medida correcta y sin contaminación del producto alimentario.

Dispone de una cuchilla en el electrodo para poder penetrar con mayor facilidad en los productos cárnicos.

Posee sonda con sensor de temperatura interna, tiene la unión de referencia abierta para evitar oclusiones. Asimismo, su cuerpo externo es de material atóxico. En la parte externa contiene una rosca para enroscar la cuchilla FC 099 de acero AISI 316, incluida en el kit, que permite efectuar las medidas no solamente en la superficie sino también en la pulpa.

Este instrumento es fácil de usar, emplea solamente dos botones; visualizando todas las informaciones necesarias en la amplia pantalla. Además de la constante visualización de la temperatura, HI 99163 da indicaciones acerca de la estabilidad de la lectura y de la carga restante de la pila. La calibración es automática en 1 o 2 puntos seleccionables entre 2 juegos de tampones memorizados. La duración de las pilas es de más de 1500 horas y para salvaguardar la carga, el instrumento se apaga automáticamente después de 8 minutos de inactividad.(Hualix 2013)

XI. ANEXOS

Resultados de muestreo de pH cárnico en canales con períodos de descanso de “0” horas.

Granja	No. Canal	Hora de ingreso	Hora de sacrificio	Horas de descanso	pH cárnico	T°	Lugar de la toma
Santa Clara	1	09:35	09:40	00:05	5.8	29.5	Pierna D
Santa Clara	2	09:35	09:40	00:05	5.73	29	Pierna D
Santa Clara	3	09:35	09:40	00:05	5.88	30.5	Pierna D
Santa Clara	4	09:35	09:40	00:05	5.68	29.2	Pierna D
Santa Clara	5	09:35	09:40	00:05	5.83	30.6	Pierna D
Santa Clara	6	09:35	09:40	00:05	5.8	29.7	Pierna D
Santa Clara	7	09:35	09:40	00:05	5.79	29.5	Pierna D
Santa Clara	8	09:35	09:40	00:05	5.73	28.1	Pierna D
Santa Clara	9	09:35	09:40	00:05	5.78	29.2	Pierna D
Santa Clara	10	09:35	09:40	00:05	5.84	30.6	Pierna D
Santa Clara	11	09:35	09:40	00:05	5.92	30.5	Pierna D
Santa Clara	12	09:35	09:40	00:05	5.86	28.5	Pierna D
Santa Clara	13	09:35	09:40	00:05	5.8	29.6	Pierna D
Santa Clara	14	09:35	09:40	00:05	5.75	31.4	Pierna D
Santa Clara	15	09:35	09:40	00:05	5.82	30.5	Pierna D
				PROMEDIO	00:05	5.8006667	29.76

Resultados de muestreo de pH cárnico en canales con períodos de descanso de “3” horas.

Granja	No. Canal	Hora de ingreso	Hora de sacrificio	Horas de descanso	pH cárnico	T°	Lugar de la toma
Santa Clara	1	08:25	11:30	03:05	5.85	27.5	Pierna D
Santa Clara	2	08:25	11:30	03:05	5.99	28.4	Pierna D
Santa Clara	3	08:25	11:30	03:05	5.74	27.8	Pierna D
Santa Clara	4	08:25	11:30	03:05	6.02	27.6	Pierna D
Santa Clara	5	08:25	11:30	03:05	5.92	28.5	Pierna D
Santa Clara	6	08:25	11:30	03:05	5.88	27.2	Pierna D
Santa Clara	7	08:25	11:30	03:05	6.02	27.4	Pierna D
Santa Clara	8	08:25	11:30	03:05	5.86	27.9	Pierna D
Santa Clara	9	08:25	11:30	03:05	5.98	28.5	Pierna D
Santa Clara	10	08:25	11:30	03:05	5.79	26.8	Pierna D
Santa Clara	11	08:25	11:30	03:05	5.83	27.7	Pierna D
Santa Clara	12	08:25	11:30	03:05	5.88	26.8	Pierna D
Santa Clara	13	08:25	11:30	03:05	5.96	27.4	Pierna D
Santa Clara	14	08:25	11:30	03:05	6.08	28.1	Pierna D
Santa Clara	15	08:25	11:30	03:05	5.9	27.3	Pierna D
				PROMEDIO	03:05	5.91333333	27.66

Resultados de muestreo de pH cárnico en canales con períodos de descanso de “6” horas.

Granja	No. Canal	Hora de ingreso	Hora de sacrificio	Horas de descanso	pH cárnico	T°	Lugar de la toma
Santa Clara	1	11:10	17:10	06:00	5.99	26	Pierna D
Santa Clara	2	11:10	17:10	06:00	5.86	29.3	Pierna D
Santa Clara	3	11:10	17:10	06:00	6.03	29.6	Pierna D
Santa Clara	4	11:10	17:10	06:00	6.15	28.7	Pierna D
Santa Clara	5	11:10	17:10	06:00	6.12	29.8	Pierna D
Santa Clara	6	11:10	17:10	06:00	6.17	28.8	Pierna D
Santa Clara	7	11:10	17:10	06:00	6.02	29.5	Pierna D
Santa Clara	8	11:10	17:10	06:00	6.39	29.6	Pierna D
Santa Clara	9	11:10	17:10	06:00	6.19	29.2	Pierna D
Santa Clara	10	11:10	17:10	06:00	6.09	30.6	Pierna D
Santa Clara	11	11:10	17:10	06:00	5.7	26.9	Pierna D
Santa Clara	12	11:10	17:10	06:00	5.99	26.8	Pierna D
Santa Clara	13	11:10	17:10	06:00	6.1	27.4	Pierna D
Santa Clara	14	11:10	17:10	06:00	6.05	28.1	Pierna D
Santa Clara	15	11:10	17:10	06:00	6.13	26.1	Pierna D
				PROMEDIO	06:00	6.065333	28.42667

Resultados de muestreo de pH cárnico en canales con períodos de descanso de “8” horas.

Granja	No. Canal	Hora de ingreso	Hora de sacrificio	Horas de descanso	pH cárnico	T°	Lugar de la toma
Santa Clara	1	08:15	16:20	08:05	6.22	27.4	Pierna D
Santa Clara	2	08:15	16:20	08:05	6.35	28.6	Pierna D
Santa Clara	3	08:15	16:20	08:05	6.14	27.6	Pierna D
Santa Clara	4	08:15	16:20	08:05	6.12	27.5	Pierna D
Santa Clara	5	08:15	16:20	08:05	6.3	26.9	Pierna D
Santa Clara	6	08:15	16:20	08:05	6.17	27.6	Pierna D
Santa Clara	7	08:15	16:20	08:05	6.02	25.8	Pierna D
Santa Clara	8	08:15	16:20	08:05	6.22	29	Pierna D
Santa Clara	9	08:15	16:20	08:05	5.75	29.2	Pierna D
Santa Clara	10	08:15	16:20	08:05	6	28.9	Pierna D
Santa Clara	11	08:15	16:20	08:05	6.15	26.9	Pierna D
Santa Clara	12	08:15	16:20	08:05	5.88	26.8	Pierna D
Santa Clara	13	08:15	16:20	08:05	5.97	27.4	Pierna D
Santa Clara	14	08:15	16:20	08:05	6.25	28.1	Pierna D
Santa Clara	15	08:15	16:20	08:05	6.18	26.1	Pierna D
				PROMEDIO	08:05	6.1146667	27.58667

Resultados de la prueba de Analisis de Varianza y Prueba de Tukey

SALIDA DE INFOSTAT

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH Cárnico	60	0.51	0.48	2.11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.93	3	0.31	19.50	<0.0001
Tratamiento	0.93	3	0.31	19.50	<0.0001
Error	0.89	56	0.02		
Total	1.82	59			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12177

Error: 0.0159 gl: 56

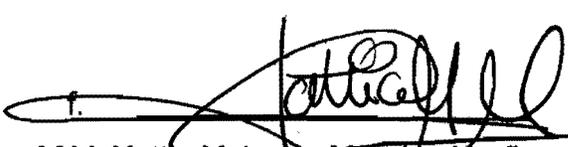
Tratamiento	Medias	n	E.E.	
8.00	6.11	15	0.03	A
6.00	6.07	15	0.03	A
3.00	5.91	15	0.03	B
0.00	5.80	15	0.03	B

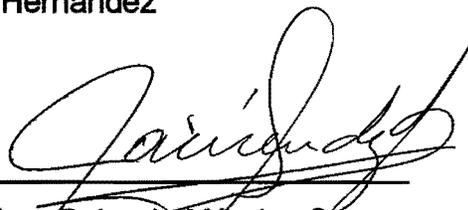
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DE PH CÁRNICO EN
CANALES DE CERDOS CON DIFERENTES PERÍODOS DE
DESCANSO, EN EL CENTRO DE CARNES, S.A. 2015**

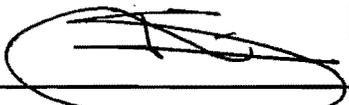
f. 
José Daniel Marroquín Hernández

f. 
M.V. Kattia Yolanda Morales Ureña
ASESOR PRINCIPAL

f. 
M.A. Jaime Rolando Méndez Sosa
ASESOR

f. 
M.V. Alejandro José Hun Martínez
EVALUADOR

IMPRÍMASE:

f. 
MSc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
DECANO

