



UNIVERSIDAD DEL MAR

CAMPUS PUERTO ESCONDIDO

EFFECTO DEL MÉTODO DE ATURDIMIENTO SOBRE LA SENSIBILIDAD
Y CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ZOOTECNIA

PRESENTA

RICARDO ADRIÁN GALLEGOS LARA

DIRECTOR

DR. JOSÉ GUADALUPE GAMBOA ALVARADO

PUERTO ESCONDIDO, OAX., OCTUBRE DE 2011



UNIVERSIDAD DEL MAR

Puerto Escondido - Puerto Ángel - Huatulco

OAXACA

Puerto Escondido, Oaxaca a 27 de septiembre de 2011

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de realizar una revisión detallada de la tesis **"Efecto del método de aturdimiento sobre la sensibilidad y calidad de la carne de cerdo"**, presentada por el pasante de Licenciatura en Zootecnia **Ricardo Adrián Gallegos Lara** con número de matrícula **04090006**, se considera que cumple con los requisitos y calidad necesaria para ser defendida en el examen profesional.

COMISIÓN REVISORA

Dr. José Guadalupe Gamboa Alvarado
Universidad del Mar
Director

Dr. José Luis Arcos García
Universidad del Mar
Revisor
M. en C. Roberto López Pozos
Universidad del Mar
Revisor
Dra. Alma Delia Alarcón Rojo
Universidad Autónoma de Chihuahua
Revisor
M. en C. Emmanuel de J. Ramírez Rivera
Universidad del Mar
Revisor

DEDICATORIA

A una persona excepcional...

A mi abuelo Ezequiel Gallegos Lazo[†], por brindarme educación y valores en los primeros años de mi vida y siempre motivarme a descubrir mis habilidades. Por haberte convertido en mi mejor amigo y consejero y, estar pendiente de mi bienestar, pero sobre todo, por brindarme protección y compañía en momentos difíciles.

A tí, que nunca dudaste de mí la formación de un hombre de bien y por haber cultivado con esmero y paciencia un cariño invaluable que guardaré por siempre en mi corazón. Estaré siempre orgulloso del ejemplo que formaste para mí, a donde quiera que vaya.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su compañía y fortalecimiento de mi espíritu.

A las personas que me dieron la vida, Mercedes Gallegos y Gaspar Gómez, quienes son y serán el motivo más importante para continuar mi superación personal. Por sus consejos y deseos de ver a su hijo alcanzar el éxito, mi más profundo agradecimiento.

A mis abuelos y segundos padres, Gaspar Gómez y Rosario Barranco, por el apoyo que me brindan para poder alcanzar mis metas; su cariño y confianza son invaluable y, mis acciones estarán siempre encaminadas a no defraudarlos.

A mis hermanos Carlos Alberto y Erick Gaspar, con quienes comparto mis secretos y alegrías, ellos que me impulsan a seguir mi formación profesional sacrificando su valiosa presencia física en muchos momentos importantes de mi vida.

A mis tías, Heidy Gómez y Martha Gallegos, por su cariño y apoyo; por motivarme constantemente en la realización de mis proyectos.

A ti Gaby, por la felicidad, cariño y paciencia que me otorgas; gracias.

Al Dr. José G. Gamboa por su amistad y apoyo brindado en el transcurso de mi formación profesional y, constante motivación para la finalización del presente trabajo.

A la Dra. Alarcón Rojo, Dr. Arcos García, M. en C. López Pozos, M. en C. Ramírez Rivera y Lic. Ruelas Inzunza por el valioso apoyo y aportaciones brindadas en este trabajo; gracias.

A todos los profesores de la Licenciatura en Zootecnia que contribuyeron a mi formación académica, mi más sincero agradecimiento.

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto del método de aturdimiento sobre la sensibilidad y calidad de la carne de cerdo, se utilizaron 28 cerdos comerciales. La insensibilización se llevó a cabo por medio de dos métodos; pistola de perno cautivo (PP) y noqueo con mazo (NM); al aplicar el método de insensibilización, se registró el número de intentos para colapsar al cerdo e inmediatamente se evaluaron los signos de sensibilidad: respiración rítmica, parpadeo natural, reflejo corneal, intento de incorporarse y vocalización. Las características fisicoquímicas (pH, temperatura y color) y tecnológicas (capacidad de retención de agua y pérdida de agua por goteo) de calidad de la carne fueron medidas en el músculo *Semimembranosus*. El pH y temperatura se midieron a los 45 min (pH_{45} y T_{45} , respectivamente) y a las 24 h *post mortem* (pH_{24} y T_{24} , respectivamente). La PP logró el colapso del total de cerdos aturdidos al primer intento. El NM mostró mayor ($P<0.01$) presencia de signos de sensibilidad. No se observó diferencia ($P>0.05$) de pH_{24} , T_{45} , T_{24} , luminosidad, intensidad del amarillo y pérdida de agua por goteo por efecto del método de insensibilización. El NM provocó menor ($P<0.05$) pH_{45} y mayor ($P<0.01$) intensidad del rojo y capacidad de retención de agua, debido al estrés acumulado del manejo *antemortem* y el aturdimiento. La presencia de canales PSE (pálida, suave y exudativa) fue mayor ($P<0.05$) en el NM y, la presencia de canales NOR (normales) fue mayor ($P<0.05$) en la PP. Los resultados sugieren realizar mejoras en el manejo *ante mortem*, equipo e instalaciones de sacrificio para mejorar la calidad de la carne de cerdos sacrificados en Puerto Escondido, Oaxaca.

Palabras clave: aturdimiento, pistola de perno cautivo, noqueo con mazo.

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of the stunning method on pork meat quality as well as sensitivity at stunning time, 28 commercially acquired hogs were used. Stunning was carried out by two methods; captive bolt (PP) and mallet knock (NM). The number of attempts for the pig to collapse during the stunning was recorded, and signs of sensitivity, rhythmic breathing, natural blinking, corneal reflex, sitting-up attempts and vocalization were immediately evaluated. The physicochemical characteristics (pH, temperature and meat slab color) and technical (water-holding capacity and dripping water loss) of meat quality were measured in the *Semimembranosus* muscle. The pH and temperature were measured at 45 min (pH₄₅ y T₄₅, respectively) and 24 h *post-mortem* (pH₂₄ y T₂₄, respectively). Stunned hogs collapse was achieved in the first try using PP. The NM treatment was higher (P<0.01) for signs of tenderness during stunning. There was no difference (P> 0.05) in pH₂₄, T₄₅, T₂₄, lightness, intensity of yellow and dripping water loss of meat as a result of the stunning method. The NM caused lesser (P<0.05) pH₄₅ and higher (P<0.01) intensity of red and water-holding capacity, due to accumulated stress during *ante-mortem* handling and at stunning. The presence of PSE carcasses (pale, soft and exudative) was higher (P<0.05) in the NM than in PP, while the presence of NOR carcasses (normal) was higher (P<0.05) in PP. These results suggest improvements the *ante-mortem* handling, equipment and slaughter facilities to improve pork quality of hogs slaughtered in Puerto Escondido, Oaxaca.

Keywords: stunning, captive bolt pistol, stunning mallet.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE GRÁFICAS.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
2.1 Bienestar Animal.....	3
2.2 Estrés.....	4
2.2.1 Bioquímica del estrés <i>ante mortem</i>	5
2.3 Calidad de la carne.....	6
2.3.1 Características fisicoquímicas.....	7
2.3.1.1 pH.....	7
2.3.1.2 Color.....	8
2.3.2 Características tecnológicas.....	9
2.3.2.1 Capacidad de retención de agua.....	9
2.3.2.1 Pérdida de agua por goteo.....	10
2.4 Carne PSE y DFD.....	10
2.4.1 Bioquímica del músculo PSE y DFD.....	11
2.5 Factores que afectan la calidad de la carne de cerdo.....	12
2.5.1 Factores endógenos.....	13
2.5.1.1 Genética.....	13
2.5.1.2 Peso.....	16
2.5.1.3 Sexo.....	16
2.5.2 Factores exógenos.....	17
2.5.2.1 Nutrición.....	17
2.5.2.2 Arreo.....	18
2.5.2.3 Transporte.....	18
2.5.2.4 Temperatura ambiente.....	20
2.5.2.5 Reposo <i>ante mortem</i>	21

	Página
2.5.2.6 Sacrificio.....	22
Insensibilización.....	23
Aturdimiento de percusión.....	25
Insensibilización eléctrica.....	26
Insensibilización con dióxido de carbono.....	27
Insensibilización con mazo.....	28
Desangrado.....	28
2.5.2.7 Izado.....	29
2.5.2.8 Escaldado.....	29
2.5.2.9 Enfriamiento.....	30
2.6 Eficiencia del Método de Insensibilización.....	31
III OBJETIVOS.....	33
3.1 Objetivo General.....	33
3.2 Objetivos Específicos.....	33
IV HIPÓTESIS.....	33
V MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
5.1 Localización del área de estudio.....	34
5.2 Características de la población.....	34
5.3 Manejo <i>ante mortem</i>	35
5.4 Sacrificio.....	35
5.5 Tratamientos.....	36
5.6 Variables de respuesta.....	37
5.6.1 Eficiencia del método de insensibilización.....	37
5.6.1.1 Número de intentos para lograr colapso.....	37
5.6.1.2 Signos de sensibilidad.....	37
Respiración rítmica.....	38
Parpadeo natural.....	38
Reflejo corneal.....	38
Intento de incorporarse.....	38
Vocalización.....	38
5.6.2 Calidad de la carne.....	39
5.6.2.1 Características fisicoquímicas.....	39

	Página
pH.....	39
Temperatura interna de la canal.....	39
Color.....	39
5.6.2.2 Características tecnológicas.....	40
Capacidad de retención de agua.....	40
Pérdida de agua por goteo.....	40
5.7 Clasificación de canales.....	41
5.8 Análisis estadístico.....	41
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
6.1 Eficiencia del método de insensibilización.....	43
6.1.1 Número de intentos para lograr colapso.....	43
6.1.2 Signos de sensibilidad.....	46
6.1.2.1 Respiración rítmica.....	46
6.1.2.2 Parpadeo natural.....	46
6.1.2.3 Reflejo corneal.....	47
6.1.2.4 Intento de incorporarse.....	47
6.1.2.5 Vocalización.....	48
6.2 Características fisicoquímicas y tecnológicas de calidad de la carne de cerdo.....	49
6.2.1 pH ₄₅	49
6.2.2 pH ₂₄	50
6.2.3 T ₄₅	50
6.2.4 T ₂₄	51
6.2.5 Color (luminosidad, intensidad del rojo y del amarillo).....	52
6.2.6 Capacidad de retención de agua.....	53
6.2.7 Pérdida de agua por goteo.....	55
6.3 Efecto del reposo <i>ante mortem</i> , humedad y temperatura ambiente.....	55
6.4 Canales con características PSE, NOR y DFD.....	61
6.5 Correlación entre variables.....	63
VII CONCLUSIONES.....	65
VIII RECOMENDACIONES.....	66
VIII LITERATURA CITADA.....	67

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Diseño experimental utilizado para evaluar el efecto del método de aturdimiento sobre la sensibilidad y la calidad de la carne de cerdo.	37
2	Efecto del método de insensibilización y sexo sobre el número de intentos para inducir colapso y signos de sensibilidad durante el aturdimiento en cerdos al momento del sacrificio.	45
3	Método de insensibilización y sexo sobre las características fisicoquímicas y tecnológicas de la carne de cerdo.	51
4	Clasificación de canales de cerdo por método de insensibilización y sexo, tomando el valor de pH ₄₅ y luminosidad como indicadores.	61
5	Coeficientes de correlación entre las características de calidad de la carne en cerdos de diferente sexo aturdidos con dos métodos de insensibilización durante el sacrificio	64

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica		Página
1	Diagrama de dispersión y línea ajustada para pH medido a las 24 h <i>post mortem</i> (pH_{24}) y reposo <i>ante mortem</i> .	57
2	Diagrama de dispersión y línea ajustada para temperatura medida a las 24 h <i>post mortem</i> (T_{24}) y reposo <i>ante mortem</i> .	59
3	Diagrama de dispersión y línea ajustada para temperatura medida a las 24 h <i>post mortem</i> (T_{24}) y humedad ambiente al momento del sacrificio.	59