

VALORACIÓN DE BIENESTAR ANIMAL ANTES DEL BENEFICIO Y SU
INFLUENCIA EN EL pH DE LA CARNE DE CERDO

EVELYN JOVANA MORA BENAVIDES
LEIDY JOHANA SOLARTE CERÓN

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA
PASTO – COLOMBIA
2012

VALORACIÓN DE BIENESTAR ANIMAL ANTES DEL BENEFICIO Y SU
INFLUENCIA EN EL pH DE LA CARNE DE CERDO

EVELYN JOVANA MORA BENAVIDES
LEIDY JOHANA SOLARTE CERÓN

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Médico Veterinario

Presidente:
BIBIANA BENAVIDES BENAVIDES
Médico Veterinario MV. MSc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA
PASTO – COLOMBIA
2012

“las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son de responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1ro. Del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

OSCAR SALAZAR ARROYO
Jurado Delegado

HELVER MUÑOZ FUERTES
Jurado Evaluador

BIBIANA BENAVIDES BENAVIDES
Presidente

San Juan de Pasto, Junio de 2012

DEDICATORIA

Este trabajo es el producto de todo el esfuerzo que he dedicado a formarme como profesional, pero sin duda mi agradecimiento y dedicatoria está dirigida en primer lugar a Dios quien me dio la fuerza para superar los obstáculos. Pero quienes merecen el mayor merito son mis padres, los que no han dudado en ofrecermme su apoyo durante toda mi vida y han servido como inspiración para seguir adelante y consolidar mis metas.

Igualmente debo dedicarle este trabajo a Diego y a todas las personas que siempre se han mantenido a mi lado apoyándome en todo momento, sobre todo cuando las cosas se ponían más difíciles. Gracias por estar presentes en mi vida dispuestos a ayudarme.

A los profesores que me han acompañado durante un largo camino, brindándome siempre su orientación en la adquisición de conocimientos. Principalmente a la Doctora Bibiana Benavides, gracias por su dedicación y esfuerzo, siempre estuvo apoyándome durante todo el proceso de ejecución de este trabajo y le deseo el mayor de los éxitos en su trayectoria profesional.

Superar los problemas en los momentos más importantes, nos demuestra de que estamos hechos realmente.

Evelyn Jovana Mora Benavides

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mis padres, porque creyeron en mi y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y siempre tuvieron los mejores consejos para mí.

A mi compañera de tesis por su ayuda, apoyo y comprensión, por el gran esfuerzo y dedicación que le dio a este trabajo y por su valiosa amistad.

A mis maestros gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Y a todas las personas que participaron e hicieron posible este proyecto, mis más sinceros agradecimientos.

Leidy Johana Solarte Cerón

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

BIBIANA BENAVIDES BENAVIDES	Médico Veterinario MV. MSc.
OSCAR SALAZAR ARROYO	Médico Veterinario Zootecnista
HELVER MUÑOZ FUERTES	Zootecnista.
LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA	Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Pecuarias.
ARSENIO HIDALGO TROYA	Asesor Estadístico.

El programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Nariño.

Directivos, trabajadores y funcionarios de la Planta de Beneficio en Pasto de la ciudad de Pasto, que colaboraron y nos apoyaron para el desarrollo este estudio.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	19
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
3. OBJETIVOS	21
3.1 OBJETIVO GENERAL	21
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
4. MARCO TEÓRICO	22
4.1 BIENESTAR ANIMAL	22
4.2 REACCIÓN DE LOS CERDOS AL ESTRÉS	22
4.3 VALORACIÓN DEL BIENESTAR ANIMAL EN EL CERDO	23
4.3.1 Valoración del Miedo	23
4.3.2 Valoración de Resbalones, Caídas y Cojeras en el Matadero	23
4.3.3 Valoración de Heridas y Bajas en el Matadero	23
4.3.4 Valoración de la Eficiencia del Aturdimiento	24
4.4 ESTRÉS Y CALIDAD DE CARNE	25
4.5 VALORACIÓN DE CALIDAD DE CARNE DE CERDO	25
4.5.1 pH de la Carne de Cerdo	26
4.5.2 Color Muscular	26
4.5.3. Temperatura	26
4.6 CARNES PSE Y DFD.	27

5. DISEÑO METODOLÓGICO	28
5.1 TIPO DE ANÁLISIS	28
5.2 LOCALIZACIÓN	28
5.3 POBLACIÓN	28
5.4 INSTALACIONES Y EQUIPOS	29
5.5 PROCEDIMIENTO	30
5.5.1 Observación y Recolección de Datos	30
5.5.2 Consolidación de Datos Obtenidos.	31
5.6 DISEÑO ESTADÍSTICO	31
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
6.1 GENERALIDADES	33
6.2 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	33
6.2.1 BIENESTAR ANIMAL EN CERDOS	33
6.2.2 CALIDAD DE CARNE	35
6.2.3 BIENESTAR ANIMAL Y CALIDAD DE CARNE	36
6.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	37
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
7.1 CONCLUSIONES	40
7.2 RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS	47

GLOSARIO

BIENESTAR: estado del individuo en el que se le hace sensible el buen funcionamiento de su actividad somática y psíquica.

BENEFICIO DE ANIMALES: conjunto de actividades que comprenden el sacrificio y faenado de animales para consumo humano.

CAJÓN DE NOQUEO: lugar donde se deja sin sentido a los animales con un golpe.

CALIDAD: propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor.

CANAL: el cuerpo de un animal después de sacrificado, degollado, eviscerado quedando sólo la estructura ósea y la carne adherida a la misma sin extremidades.

CARNE: es la parte muscular y tejidos blandos que rodean al esqueleto de los animales de las diferentes especies, incluyendo su cobertura de grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y que ha sido declarada inocua y apta para el consumo humano.

CORRAL: sitio cerrado y descubierto, en las casas o en el campo, que sirve habitualmente para guardar animales.

ESTRÉS: tensión provocada por situaciones agobiantes que originan reacciones psicosomáticas o trastornos psicológicos a veces graves.

FAENADO: Procedimiento de separación progresiva del cuerpo de un animal en canal y otras partes comestibles y no comestibles.

INSENSIBILIZACIÓN: quitar la sensibilidad o privar a alguien de ella.

MANGA: Pasillo que conduce de los corrales al cajón de noqueo

pH: índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución. Entre 0 y 7 la disolución es ácida, y de 7 a 14, básica.

PICANA ELÉCTRICA: instrumento de tortura con el que se aplican descargas eléctricas en cualquier parte del cuerpo de la víctima.

PLANTA DE BENEFICIO: Todo establecimiento en donde se benefician las especies de animales que han sido declarados como aptas para el consumo humano y que ha sido registrado y autorizado para este fin.

RESBALÓN: desplazarse involuntariamente sobre una superficie lisa o viscosa sin dejar de rozarla, normalmente con alteración del equilibrio.

SACRIFICIO: Todo establecimiento en donde se benefician las especies de animales que han sido declarados como aptas para el consumo humano y que ha sido registrado y autorizado para este fin.

SANGRÍA: abrir o punzar una vena

TRANSPORTE: sistema de medios para conducir personas y cosas de un lugar a otro.

VOCALIZACIÓN: producir gran ruido.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. . Frecuencia y porcentaje de las variables de Bienestar Animal	34
Tabla 2. Medidas de tendencia central y variabilidad, para pH, Color y Temperatura	36
Tabla 3. Resultado estadístico de la prueba ANOVA	37

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Planilla de recolección de datos.	48
Anexo B. Planilla de Valoración de Bienestar Animal en Cerdos	49
Anexo C. Planilla de Evaluación de Calidad de Carne en Cerdos	50

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue la evaluación del bienestar animal en la Planta de Beneficio en Pasto con cerdos destinados para sacrificio mediante la observación de cinco indicadores de bienestar y su influencia en el pH de la carne de cerdo como indicador de calidad de carne. Durante nueve jornadas de trabajo comprendido entre enero a febrero del 2012.

En este trabajo se valoraron un total de 311 animales, los cuales corresponden a los cerdos que ingresaron a la planta de beneficio para ser faenados, a los cuales se evaluó la presencia de las variables de Bienestar. Terminado el proceso de faenado se determinó el pH, la temperatura y la evaluación cualitativa de color a nivel del músculo semimembranoso. Los datos que se utilizaron fueron tomados de la planilla de registro de datos. Para el estudio estadístico se utilizó un análisis univariado, tablas de frecuencia; medidas de tendencia central y variabilidad. Para establecer la relación entre las variables de bienestar respecto al pH se utilizó el modelo ANOVA

Según los datos obtenidos de los indicadores de bienestar animal, los valores más altos corresponden a las variables de heridas y presencia de reflejo corneal con un 83,3% y 53,7% respectivamente, la variable de miedo, se presentó en 46 animales y un correspondiente 14,8%. Los resultados revelaron que en este estudio las variables de miedo y presencia de reflejo corneal, tienen una variación significativa en el valor del pH ($p < 0.05$).

Respecto a los datos obtenidos se concluye que solo dos variables de bienestar animal (miedo y presencia de reflejo corneal) tienen influencia significativa en el pH como indicador principal de la calidad de la carne.

ABSTRACT

The aim of this survey is the assessment of animal welfare in slaughterhouse in Pasto, in pigs intended for slaughter, through the observation of five welfare indicators and its influence on the pork pH, as indicator of meat quality, during nine days of work from January to February 2012.

In this survey we evaluated a total of 311 animals, which correspond to pigs that entered to the slaughterhouse to be slaughtered, to which we assessed the presence of welfare variables. Once slaughter process was over, we determined pH, temperature and color quality assessment in semimembranosus muscle. The used data were taken from the data recording sheet. Statistical analysis was made through univariate analysis, frequency tables, measures of central tendency and variability. An ANOVA model was used to establish the relationship between welfare variables and pH.

According to the data obtained from the welfare indicators, the highest values correspond to the variables of injury and presence of corneal reflex, with 83,3 % and 53,7 % respectively, and the variable of fear, was present in 46 animals, corresponding to 14,8%. The results revealed that in this survey the variables of fear and presence of corneal reflex have significant variation in pH value ($p < 0.05$).

Regarding the obtained data we conclude that only two animal welfare variables (fear and presence of corneal reflex) have significant influence in pH, as the main indicator of pork quality.

INTRODUCCIÓN

Edwards declara que “en los últimos años se han producido importantes cambios en la sociedad que han tenido como consecuencia una mayor demanda de producción animal y, al mismo tiempo, unas mayores expectativas de que se aborde adecuadamente el Bienestar de los Animales”¹. El bienestar no solo es un deber ético de los productores, sino que además asegura una mejor calidad y un mayor beneficio económico para la producción, siendo un aspecto de gran importancia en la calidad de la carne porcina (Silva, *et al*)².

Broom describe el Bienestar Animal como “el estado en el cual se encuentra un individuo que trata de adaptarse a su ambiente”³. Hurnik amplía la definición como “un estado o condición de armonía física y psicología entre el organismo y su medio”⁴. Desafortunadamente, las respuestas al estrés ambiental pueden tener efectos negativos en la carne como producto final (Hollis)⁵. Mirallas⁶, sugiere que el vínculo entre Bienestar Animal y Calidad de Carne es el Estrés. Además declara que “el manejo pre-sacrificio, puede llegar a producir una gran cantidad de estrés en los animales lo que pone en riesgo su bienestar y se manifiesta en alteraciones de la carne: Carnes PSE (pálidas, blandas y exudativas) o Carnes DFD (oscura, dura y seca)”⁷.

Mantener un alto estándar de bienestar durante el beneficio de los cerdos requiere tanto de equipo apropiado como de la supervisión de los empleados. Según Broom, “el bienestar de los animales puede evaluarse usando una variedad de mediciones, tanto relativas al comportamiento, como fisiológicas y también de

¹ EDWARDS, J. D. The Role of the Veterinarian in Animal Welfare — A Global Perspective. En: Global Conference on Animal Welfare an OIE initiative (23-25, febrero: Paris). Memorias. Luxembourg: 2004. p. 24-27.

² SILVA, J.R, *et al*. 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. En: Revista Latinoamericana de Ciencias de la Agricultura. 2005. vol. 32, no. 2, p. 125-132.

³ BROOM, D.M. Indicators of Por Welfare. En: British Veterinary Journal. 1986. vol. 142, p. 524-526

⁴ HURNIK, J.F. Welfare of Farm Animals. En: Applied Animal Behaviour Science. 1988. vol. 20, p. 105-117

⁵ HOLLIS, G. Estrés Ambiental en el Cerdo. Illinois: Universidad de Illinois. 2006.. [en línea]. [citado 25 abril 2012]. Disponible en: <http://www.infogranjas.com.ar>

⁶ MIRALLAS, M.A. Influencia del Bienestar Animal en la Calidad de Carne. En: La carga de cerdos con destino al matadero. España: Navarra Agraria, 2007. p. 61-64.

⁷ *Ibid.*, p: 61-64.

daños físicos, y de calidad de la canal. Se considera que la alteración de la calidad es indicador de un estrés severo o prolongado y de un pobre bienestar”⁸.

Welfare Quality®, es un proyecto de la comisión europea, donde uno de los objetivos principales “es obtener un sistema de valoración del bienestar de los animales de abasto que sea aplicable en granjas y plantas de beneficio, y que pueda convertirse en un sistema estandarizado” (Dalmau, et al)⁹.

A continuación, se presentan algunos de los parámetros que son incluidos en el sistema de valoración del bienestar porcino en planta de beneficio:

- Valoración del miedo.
- Valoración de resbalones, caídas y cojeras.
- Valoración de heridas y el grado de cicatrización.
- Bajas en la planta de beneficio
- Valoración de la eficiencia del insensibilizado.

En la actualidad la industria cárnica busca métodos que midan y controlen la uniformidad en la calidad del producto final, lo que conduce a investigar las causas de variación de la calidad de la carne con el fin de mejorarla (Forrest)¹⁰. Según Mabry y Baas “algunas medidas han sido identificadas como un rasgo clave a considerar en la evaluación de la calidad de los músculos, éstas incluyen el color y el pH”¹¹. En países desarrollados la carne se clasifica según su calidad y esta se realiza por medio de la medición del pH (Álvarez)¹². Lawrie añade que “el color, la jugosidad, la textura e incluso el aroma están directa o indirectamente relacionados con el pH muscular”¹³. La temperatura ambiental toma importancia ya que afecta la velocidad de descenso del pH *post-mortem* (Bate-Smith y Bendall)¹⁴, Coma y Piquer sugieren que “una caída rápida (hasta tres veces superior) de pH

⁸ BROOM, D.M. Transport stress in cattle and sheep with details of physiological, ethological and other indicators. En: Dtsch Tierärztl Wschenschr. 2003. vol. 110, p. 83-89.

⁹ DALMAU, A; RODRÍGUEZ, P. y VELARDE, A. Valoración del Bienestar Animal del Cerdo. Parámetros Evaluados en el Matadero. Girona, España. 2006.. [en línea]. [citado 3 abril 2012]. Disponible en: <http://www.engormix.com>

¹⁰ FORREST, A. Fundamentos de la Ciencia de la Carne. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., 1975. p. 125-132; 139-140.

¹¹ MABRY, J. y BAAS, T. The Impact of Genetics on Pork Quality. En: National Pork Board. 1998. p. 1-12

¹² ÁLVAREZ, C. y TORRE, A. La conductividad eléctrica como sistema de detección de carnes de baja calidad en el proceso de elaboración de jamón cocido. En: Eurocarne. 1996. vol. 50.

¹³ LAWRIE, R.A. Meat Science. 4 Ed. New York: Editorial Oxford shire and New York, 1985

¹⁴ BATE-SMITH, E.C. y BENDALL, J.R. Changes in Muscle after Death. En: British Medical Bulletin. 1956. vol. 12, p. 230-235

mientras la canal aún está a temperatura alta (>37°C) provoca la desnaturalización de las proteínas miofibrilares”¹⁵.

Según Hofmann “El estrés producido por un manejo inadecuado de los cerdos previo al beneficio provoca acidosis muscular. Durante el estrés, los músculos de los cerdos no reciben suficiente oxígeno y produce ácido láctico, originando la presencia de carnes pálidas, suaves y exudativas (PSE), lo que incide directamente en el color”¹⁶. Si la caída del pH es insuficiente, el resultado es el contrario, carne DFD, que presenta problemas de estabilidad y seguridad alimentaria. (Coma y Piquer)¹⁷, ya que con el pH elevado sufre una putrefacción más rápida debido al acelerado crecimiento bacteriano (Eusse)¹⁸.

Varios autores Velazco¹⁹, Fernández *et al.*²⁰, y Ordoñez *et al.*,²¹ afirman que un pH medido 45 minutos después del sacrificio, menor o igual a 5,8 indica la presencia de la condición PSE, mientras que Velazco²², establece que un pH 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 entre 5,9 y 6,2 (Castrillón, *et al*)²³.

¹⁵ COMA, J. y PIQUER, J. Calidad de carne en porcino: Efecto de la Nutrición. En: XV Curso de Especialización Avances en Nutrición y Alimentación Animal. (septiembre: Madrid). Curso. Madrid. Rebolgar, P.; C. de Blas y G. Mateos, editores. FEDNA.; 1999.

¹⁶ HOFMANN, K. El pH, una Característica de la Calidad de la Carne. En: Fleischwirtschaft, español. 1988. vol. 1, p. 13-18

¹⁷ COMA, J. y PIQUER, J. Calidad de carne en porcino: Efecto de la Nutrición. Op. cit.

¹⁸ EUSSE, J.S. Calidad de la Carne de Cerdo. Universo Porcino. 2009. [en línea]. [citado 3 marzo 2012]. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>

¹⁹ Velazco, J. Aspectos importantes en la medición del pH. En: Carnetec, Julio – Agosto 2001. p. 48 - 51.

²⁰ FERNÁNDES, R.A, *et al.* Determinação das características físico-químicas da carne de suínos em fase de crescimento. En: Revista Tec carnes – Campiñas. 2001. vol. 3, p. 13-18.

²¹ ORDOÑEZ, J.A. Características generales de la carne y componentes fundamentales. En: Tecnología de los alimentos Vol II: alimentos de origen animal. Madrid: Síntesis S.A, 1998. p. 169-186.

²² VELAZCO, J. Aspectos importantes en la medición del pH. En: Carnetec, Julio – Agosto 2001. p. 48 - 51.

²³ CASTRILLO, W.E; FERNANDEZ, S. y RESTREPO, B. Determinación de carnes PSE en canales de cerdo. En: Vitae, revista de la facultad de química farmacéutica, Universidad de Antioquia, 2005. vol. 12, p. 23-28.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El Bienestar Animal es un tema que presenta una gran importancia a nivel ético, que a la vez se ve reflejado en la calidad de la carne como producto final. En nuestro país es un tema que poco se conoce y no se ha estudiado a fondo, pero está tomando mayor relevancia debido a los requerimientos del mercado internacional.

Implementar el bienestar animal en plantas de beneficio con un personal calificado que esté familiarizado con el manejo correcto de los animales para proveer y asegurar el bienestar animal, con el fin de cumplir con los propósitos éticos y disminuir los factores que tienen influencia en el producto final (calidad de carne). Las carnes PSE (Pale, Soft, Exudatives) y DFD (Dark, Firm, Dry) son los dos principales problemas de calidad con los que se encuentra la industria cárnica.

La influencia que tiene el manejo que recibe el animal sobre la calidad de la carne se presenta cuando los animales sufrieron estrés con una intensidad sostenida durante un periodo largo, Esto puede llevar a la aparición de carnes DFD que se caracterizan por ser oscuras, con alta capacidad de retención de agua, de aspecto seco en su superficie y de consistencia firme, lo cual afecta negativamente su apariencia. En el caso contrario, en situaciones de estrés agudo e inmediato antes del sacrificio, da lugar a la aparición de carnes tipo PSE que se caracterizan por ser carnes más claras, blanda, y con menor poder de retención de agua

Los datos obtenidos en este estudio ponen en evidencia la relación existente entre el bienestar animal y sus respectivas repercusiones en el pH como parámetro de control de la calidad de canal.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Tiene influencia el manejo del animal en la Planta de Beneficio de la ciudad de Pasto - Nariño sobre el bienestar animal y cómo influyen estos en el pH como parámetro de calidad de la carne de cerdo destinada al consumo humano?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar los parámetros de bienestar animal del cerdo antes del sacrificio y su influencia en pH como parámetro de calidad de carne de cerdo en Planta de Beneficio en la ciudad de Pasto – Nariño.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los parámetros de bienestar animal durante la permanencia, conducción al cajón de noqueo y proceso de sacrificio en la planta de beneficio.
- Analizar la relación entre los indicadores de bienestar animal y el pH como indicador principal de la calidad de la carne de cerdo que sale a consumo.

4. MARCO TEÓRICO

El bienestar animal es un tema que compete directamente al Médico Veterinario. La intensificación de las explotaciones muchas veces entra en conflicto con las normas de bienestar animal y esto es percibido como una preocupación por la comunidad y en especial por parte de los consumidores

4.1 BIENESTAR ANIMAL

Duncan y Fraser²⁴ señalan que el Bienestar Animal debe considerar ciertos aspectos básicos como:

- “Las experiencias de los animales, tales como placer y sufrimiento (psicológico).
- Funcionamiento biológico normal del animal (estado de salud).
- La naturaleza de cada especie, asegurando que pueda expresar toda su gama de comportamiento”.

Mantener un alto estándar de bienestar de los animales durante el transporte y faena de los cerdos requiere tanto de equipo apropiado como de la supervisión de los empleados. Según Broom, “el bienestar de los animales puede evaluarse usando una variedad de mediciones, tanto relativas al comportamiento, como fisiológicas y también de daños físicos, y de calidad de la canal”²⁵. Se considera que la presencia de estos últimos es indicador de un estrés severo o prolongado y de un pobre bienestar²⁶.

4.2 REACCIÓN DE LOS CERDOS AL ESTRÉS

Los cerdos tienen la capacidad de responder rápidamente al estrés ambiental. Aunque no siempre pueden hacer cambios profundos en su microambiente, pueden modificar su entorno valiéndose de algunas reacciones corporales. Desafortunadamente, las respuestas al estrés ambiental pueden tener efectos

²⁴ DUNCAN, J. y FRASIER D. “Understanding Animal Welfare”. Animal Welfare ed: M.C. Appleby y B.O. Huhges. CAB International. 1987.

²⁵ BROOM, D.M. Transport stress in cattle and sheep with details of physiological, ethological and other indicators. En: Dtsch. TieraÉrztl. Wochenschr. 2003. vol. 110. p: 83–89.

²⁶Ibid...

negativos en la carne como producto final. Para ello debemos considerar que antes del sacrificio, el animal mantenga un estado de armonía con su ambiente, un transporte con mínimo estrés y un sacrificio con fines de consumo que minimice el sufrimiento (Hollis)²⁷.

4.3 VALORACIÓN DEL BIENESTAR ANIMAL EN EL CERDO

4.3.1 Valoración del miedo. Boissy define al miedo como un “estado emocional inducido por la percepción de una situación amenazante o asociado a una amenaza potencial”²⁸. La primera respuesta de los animales a un cambio en su ambiente es acercarse o alejarse del estímulo novedoso según la naturaleza de éste y como sea percibido por el individuo a partir de sus experiencias previas. En concreto, dentro de estos indicadores, se pueden considerar los movimientos “*revolverse sobre sí mismo*”, “*negarse a avanzar o a retroceder*” e incluso “*avanzar y retroceder en poco tiempo de diferencia*”. En este caso, la valoración de este estado de miedo se basaría, por ejemplo, en considerar la proporción animales que muestran estas conductas durante la descarga, o la conducción a los corrales de espera o al aturdimiento.

4.3.2 Valoración de resbalones, caídas y cojeras en planta de beneficio. Un bienestar animal óptimo durante la descarga y conducción de los animales en el matadero es muy difícil si estos resbalan o caen durante el manejo.

Autores como Grandin²⁹ concluyen que “el porcentaje de animales que caen o resbalan es uno de los puntos de control más importantes en la valoración del bienestar de los animales en el matadero. Al mismo tiempo, la presencia de cojeras en los animales es de especial relevancia por ser causa directa de dolor y porque reduce la capacidad del animal para superar las condiciones a las que les somete su entorno, especialmente en las últimas fases de producción”.

4.3.3 Valoración de heridas y bajas en planta de beneficio. El transporte se considera como un factor de estrés muy importante en los animales de abasto, especialmente en el porcino, y puede tener efectos importantes en su salud, su

²⁷ HOLLIS, G. Estrés ambiental en el cerdo. Universidad de Illinois. 2006. [en línea]. [citado 3 abril 2012]. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>

²⁸ BOISSY, A. “Fear and fearfulness in animals”. En: Quartely Review of Biology .1995, vol. 70, p.165-191.

²⁹ GRANDIN, T. Handling and welfare of Livestock in Slaughter plants. Capítulo 20. En: Livestock Handling and Transport. 2nd ed. T. Grandin., CAB International, Oxon, Reino Unido. 2000.

bienestar, la condición corporal y finalmente, en la calidad del producto final. Los cerdos, a menudo, durante la carga y la descarga sufren un grado de estrés que está muy por encima de su propia capacidad de adaptación, lo que se traduce en problemas muy diversos en materia de bienestar. Así, el estrés y el estado de excitación asociados con el manejo pueden llevar a los animales a padecer serios problemas de salud e incluso llevarlos al grado más alto de fallo de adaptación, la muerte.

La mortalidad durante el transporte incrementa en el caso de líneas genéticas más susceptibles al estrés (Gispert)³⁰ y cuando éste se produce a altas temperaturas, con cerdos alimentados justo antes del transporte o con densidades demasiado elevadas. Parte de las pérdidas por mortalidad están claramente relacionadas con un manejo demasiado rudo. El número de animales muertos, su origen y las condiciones del transporte deben ser registrados correctamente y el análisis de estos archivos debería bastar para valorar el número de animales muertos a la llegada.

En este punto también se consideran las heridas. Estas heridas se pueden valorar de acuerdo con el número, la localización (*cabeza/cuello, flancos/espalda y cuartos traseros*), la naturaleza (*arañazos o heridas superficiales, heridas abiertas, abrasiones, marcas o hematomas*), el tamaño y el grado de cicatrización. La valoración se puede llevar a cabo considerando toda la canal o valorándola en diferentes partes (*frontal, media, caudal*).

4.3.4 Valoración de la eficiencia del aturdimiento. Es difícil plantear un protocolo de valoración del bienestar animal en matadero que no incluya una valoración de la eficiencia del aturdimiento en el mismo. Esta valoración debe incluir, en primer lugar, que el animal sea aturdido correctamente, es decir, que haya una pérdida total de la consciencia y, en segundo lugar, que este estado de inconsciencia se prolongue hasta la muerte del animal por desangrado. Los signos de reconocimiento de un mal aturdimiento o de la recuperación de la consciencia incluyen: 1) *presencia de reflejo corneal*, 2) *respuesta a un estímulo doloroso*, 3) *presencia de ritmo respiratorio*, 4) *presencia de vocalizaciones*, 5) *intentos de levantar la cabeza* y 6) *presencia del reflejo de incorporación*. En este caso, el objetivo es también escoger entre estos parámetros y según su validez, repetitividad entre observadores y el tiempo necesario para hacer la determinación, cuál de ellos o qué combinación resulta la más adecuada.

³⁰ GISPERT, M, *et al.* A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality. En: five Spanish commercial abattoirs. Meat Science. 2000. vol. 55. p: 97- 106.

4.4 ESTRÉS Y CALIDAD DE CARNE

Según Selye³¹ “la respuesta de estrés es el mecanismo fundamental que permite a los animales adaptarse a un cambio en su ambiente”. Estos cambios ambientales constituyen estímulos estresantes que actúan sobre del sistema nervioso provocando una respuesta inmediata en la que el animal reacciona rápidamente iniciando su adaptación. Durante esta fase se producen cambios de comportamiento y de ritmo cardíaco, además de alteraciones metabólicas importantes. El problema surge cuando los estímulos son muy intensos o muy repetidos en el tiempo, el mecanismo adaptativo no funciona correctamente y el animal no logra adecuar su metabolismo a la nueva situación con la consiguiente pérdida de bienestar. Este fracaso adaptativo conlleva mayores gastos energéticos por parte de los animales (pérdida de eficiencia) y una carne de baja calidad (alteración en el nivel del pH). Esto último es consecuencia del excesivo gasto energético que tiene el animal derivado de una situación de estrés intenso

4.5 VALORACIÓN DE CALIDAD DE CARNE DE CERDO

Con respecto a la calidad de la carne, actualmente el mercado de la carne de cerdo está demandando un producto exigido por el consumidor que reúna una serie de características o combinación de factores, como son: comestible, nutritivo y saludable. La calidad de cualquier producto debe ser consistente y en especial cuando se trata de carne, contemplándose con esto, que el producto debe ser atractivo en apariencia y apetitoso, esto quiere decir que el cliente no solamente está exigiendo un alto contenido de carne magra en las canales porcinas; sino también que el producto final (carne) reúna una serie de características de calidad satisfactoria con un mejor rendimiento (Esse)³².

En este estudio se determina el pH como indicador principal de la calidad de carne de cerdo no siendo este el único, por lo cual se incluyó otros parámetros de control de la calidad de la carne como son el color y la temperatura de la canal, medido en la primera hora *postsacrificio*.

³¹ SELYE H., A syndrome Produced by Diverse nicious agents. (1936) Nature, p 138, 32-33. Citado por: LEVRINO G., Transporte de ganado, bienestar animal y calidad de la carne. [en línea] [Uruguay], 1936, [citado Mar. 15 2012]. Disponible en Internet: < URL: http://www.vet-uy.com/articulos/artic_ba/013/ba013.htm.>

³² EUSSE, J.S. Calidad de la Carne de Cerdo. Op. cit.

4.5.1 pH de la carne de cerdo. 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. Es medido en una escala de 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indican que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica. Una vez ocurrido el sacrificio del animal, se lleva a cabo el proceso de transformación del músculo en carne. La carne es el resultado de 2 cambios bioquímicos que ocurren en el periodo *postmortem*; el establecimiento del rigor mortis y la maduración. El principal proceso que se lleva a cabo durante el establecimiento de rigor mortis es la acidificación muscular. El descenso de pH depende del tipo de fibras que predominan en el músculo y de la actividad muscular antes del sacrificio. Así, los músculos con predominio de fibras de contracción rápida (blancas) alcanzan valores finales de 5,5 mientras que en los músculos en donde predominan las fibras de contracción lentas (rojas) el pH no baja de 6,3. Los músculos de animal que mas trabajo realizan en el periodo previo de sacrificio son los que presentan un pH más elevado *postmortem*. El proceso de acidificación dura normalmente 4-5 horas en porcinos.

4.5.2 Color muscular. El color normal de la carne de cerdo fluctúa entre un rojo y rosado. Esta variación en el color puede obedecer a los siguientes factores:

- El color más oscuro puede resultar de: Aumento de Oximioglobina (pigmento de color) por edad avanzada del animal; o músculo o grupo de músculos con mayor actividad fisiológica (músculos flexores o extensores), Penetración de oxígeno en la superficie, Contaminación bacteriana, Deshidratación en la superficie, Falta de acumulación de ácido láctico después del sacrificio, Condición DFD (oscuro, firme y seco).
- El color rosa pálido casi gris se puede presentar como consecuencia de una rápida conversión de glucógeno muscular a Ac. Láctico (pH muscular bajo=acidez)

4.5.3. Temperatura. La temperatura ambiental toma importancia ya que afecta la velocidad de descenso del pH *post-mortem* (Bate-Smith y Bendall)³³, Coma y Piquer sugieren que “una caída rápida (hasta tres veces superior) de pH mientras

³³ BATE-SMITH, E.C. y BENDALL, J.R. Changes in Muscle after Death. En: British Medical Bulletin. 1956. vol. 12, p. 230-235

la canal aún está a temperatura alta (>37°C) provoca la desnaturalización de las proteínas miofibrilares³⁴

4.6 CARNES PSE Y DFD

El estrés producido por un manejo inadecuado de los cerdos previo al beneficio provoca acidosis muscular. Durante el estrés, los músculos de los cerdos no reciben suficiente oxígeno y produce ácido láctico, originando la presencia de carnes pálidas, suaves y exudativas (PSE), lo que incide directamente en el color (Hofmann³⁵; Lawrie³⁶; Velazco³⁷).

La velocidad y la magnitud de la caída de pH después del sacrificio según Denaburski³⁸, es posiblemente la causa individual más importante de la variación existente en la calidad cárnica del cerdo, incluso afirma que la velocidad de la glucólisis es, probablemente, el factor más importante que incide en la aparición de la carne 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 subproductos cárnicos. Sin embargo, presenta problemas de estabilidad y seguridad alimentaria. (Coma y Piquer)³⁹, ya que con el pH elevado sufre una putrefacción más rápida debido al acelerado crecimiento bacteriano (Eusse)⁴⁰.

³⁴ COMA, J. y PIQUER, J. Calidad de carne en porcino: Efecto de la Nutrición. Op. cit.

³⁵ HOFMANN, K. El pH, una Característica de la Calidad de la Carne. En: Fleischwirtschaft, español. 1988. vol. 1, p. 13-18.

³⁶ LAWRIE, R.E. Calidad comestible de la carne. Ciencia de la Carne. 3 ed. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A., 1998. p. 245-292.

³⁷ VELAZCO, J. Prevención de PSE en carnes de cerdo. En: Carnetec. 2001, vol. 8, p. 28-34.

³⁸ DENABURSKI, J. Causas más importantes y sistemas de prevención de casos de carne porcina defectuosa tipo PSE. En: Anaproc. 2002. no. 217, p. 35-43.

³⁹ COMA, J. y PIQUER, J. Calidad de carne en porcino: Efecto de la Nutrición. Op. cit.

⁴⁰ EUSSE, J. Calidad de la Carne de Cerdo. Op. cit.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 TIPO DE ANÁLISIS

El trabajo realizado es un análisis de variables cualitativas y determinación de su correlación con variables dependientes de características cuantitativas.

5.2 LOCALIZACIÓN

El siguiente trabajo se realizó durante el periodo comprendido entre el 23 de enero hasta el 23 de febrero de 2012 (dividido en nueve jornadas seleccionadas al azar) en la Planta de Beneficio, ubicada en el corregimiento de Jongovito de la ciudad de Pasto, departamento de Nariño, Colombia.

El corregimiento de Jongovito está situada a 01° 12' 49" Latitud Norte y 77° 16' 52" Longitud Oeste, a una altura de 2660 m.s.n.m, con valores anuales de precipitación fluvial de 841 mm, una temperatura de 14°C y un 73% de humedad relativa.

El trabajo de campo se llevó a cabo en las instalaciones de la Planta de Beneficio en las zonas correspondientes a corrales, pasillo principal, manga de acceso al cajón de noqueo, zona de aturdimiento, donde se evaluó los parámetros correspondientes a bienestar animal. La evaluación de los indicadores de calidad de carne, se llevo a cabo después del proceso de beneficio, en el área de pesado y sellado de las canales.

5.3 POBLACIÓN

Todos los animales de la especie porcina destinados para sacrificio en la Planta de Beneficio entre el 22 de enero al 23 de febrero de 2012, para un total de 311 porcinos. Para determinar el tamaño de la muestra se tuvo en cuenta la siguiente formula.

Donde:

n : es el tamaño de la muestra;
 Z : es el nivel de confianza;
 P : es la variabilidad positiva;
 Q : es la variabilidad negativa;
 N : es el tamaño de la población;
 E : es la precisión o el error.

$$n = \frac{Z^2 p q N}{NE^2 + Z^2 p q}$$

Se considerará una confianza del 95%, un porcentaje de error del 5% y la máxima variabilidad. Se ha obtenido el valor de Z de tal forma que la confianza sea del 95%, es decir, buscar un valor de Z tal que $P(-Z < z < Z) = 0.95$. Utilizando las tablas o las funciones *distribución normal estándar* de *Excel* se pueden obtener $Z=1.96$. Se considerara el tamaño de la población a estudiar es de 1632 animales, que es el promedio de animales que se sacrifican en la Planta de Beneficio al mes. De esta manera se realiza la sustitución y se obtiene:

$$n = \frac{(196^2)(0,5)(0,5)(1632)}{(1632)(0.05^2) + (196^2)(0,5)(0,5)} = \frac{1567,3728}{5,0404} = 310,96$$

Esto quiere decir que el tamaño de la muestra es de 311 animales.

5.4 INSTALACIONES Y EQUIPOS

- Las instalaciones en donde se decidió realizar la observación de los indicadores de bienestar animal fue Planta de Beneficio en la ciudad de Pasto.
- 2 equipos de grabación de voz, cámara fotográfica. Observación y consolidación de datos en la Planillas de registro de datos.
- Patrones fotográficos del National Pork Producers Council (NPPC 1991)⁴¹, un termómetro de punzón especializado para carnes y cuatro cajas de cintas indicadoras de pH Merk® (Tiras indicadoras de pH 5,2 – 7,2; indicador especial para medir el pH en carne).

⁴¹ NPPC. Procedures to Evaluate Market Hogs. 3 ed. Iowa: National Pork Producers Council, Des Moines, 1991.

5.5 PROCEDIMIENTO

Se utilizaron un total de 311 porcinos (167 machos y 144 hembras) provenientes de diferentes granjas comerciales y ciclo productivo (282 cerdos de engorde y 29 cerdas reproductoras). Los animales fueron sometidos a similares condiciones de manejo y alojamiento (descargue, conducción a corrales, permanencia en corrales y conducción al cajón de insensibilizado), y fueron identificados individualmente. Posteriormente se determinó el lugar de procedencia, tiempo de viaje, densidad del camión de transportador, propósito productivo, sexo y el tiempo de permanencia en planta de beneficio.

Toda la información y resultados recolectados, fueron registrados en una hoja de cálculo Excel para su posterior análisis estadístico (Anexo A).

5.5.1 Observación y Recolección de datos. Entre una y dos horas antes de iniciar el proceso de sacrificio se realizó evaluación de bienestar animal por medio de la observación de los porcinos destinados a sacrificio desde el área de los corrales de espera, pasillo principal y manga de acceso al cajón de noqueo y zona de aturdimiento. Por medio de una cuidadosa observación y análisis del comportamiento de los animales se determinaron la presencia de las siguientes variables: Valoración del miedo (revolverse sobre sí mismo, negarse a avanzar o a retroceder e incluso avanzar y retroceder en poco tiempo de diferencia), resbalones, caídas, cojeras y bajas.

Los animales fueron sometidos al método de insensibilización reversible denominado electronarcosis, con la aplicación de dos electrodos en la cabeza (Fábregas, *et al*)⁴², posteriormente fueron izados del miembro posterior. A partir de ese momento se continuó con la valoración de eficiencia de aturdimiento, evaluando la presencia o ausencia de los siguientes signos:

- 1) Presencia de reflejo corneal,
- 2) Respuesta a un estímulo doloroso,
- 3) Presencia de ritmo respiratorio,
- 4) Presencia de vocalizaciones,
- 5) Intentos de levantar la cabeza y
- 6) Presencia del reflejo de incorporación.

⁴² FABREGAS, E; VELARDE, A. y DIESTRE, A. El Bienestar Animal Durante el Transporte y Sacrificio Como Criterio de Calidad. 2002.. [en línea]. [citado 5 abril 2012]. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>

En esta instancia también se realizó la valoración de heridas y la presencia o ausencia de cicatrización considerando toda la canal.

Los resultados obtenidos durante la evaluación de Bienestar Animal, fueron registrados en el Formato de Valoración de Bienestar Animal en Cerdos, Parámetros Evaluados en Matadero (Anexo B).

Una vez terminado el proceso de faenado de los animales se realizó la determinación de pH con cintas indicadoras de pH Merk® (Tiras indicadoras de pH 5,2 – 7,2; indicador especial para medir el pH en carne), introducidas a nivel del músculo semimembranoso de todas las canales. Al mismo tiempo se realizó la valoración de temperatura, con un termómetro de punzón especializado para carnes y se evaluó la característica cualitativa de color según los patrones fotográficos del National Pork Producers Council (NPPC)⁴³.

Los resultados obtenidos durante la evaluación de Calidad de Carne, fueron registrados en el Formato de Evaluación de Calidad de Carne en Cerdos, (Anexo C).

5.5.2 Consolidación de datos obtenidos. Una vez se terminó el trabajo de campo y con la información de los parámetros de bienestar animal e indicadores de calidad de carne evaluados y registrados en formatos de campo se construyó una base de datos en una hoja de cálculo (Excel®), para ser exportados posteriormente al programa estadístico SPSS 20.0®.

5.6 DISEÑO ESTADÍSTICO

Se maneja un análisis univariado y tablas de frecuencia para evaluar los parámetros de bienestar animal, que a la vez se dividió en variables o factores categóricos mencionados a continuación: miedo, resbalones, caídas, cojeras, heridas, presencia de cicatrización, bajas en planta de beneficio; y los signos correspondientes a eficiencia de aturdimiento: reflejo corneal, estímulo doloroso, ritmo respiratorio, vocalizaciones, levanta la cabeza y reflejo de incorporación. Se estimaron medidas de tendencia central y de variabilidad para la evaluación de las variables correspondientes a calidad de carne: pH, color y temperatura.

⁴³ Ibid..

Para establecer la relación entre las variables cualitativas o factores categóricos correspondientes a bienestar animal con respecto al pH se manejo un Análisis Factorial Múltiple con efectos fijos (ANOVA), cumpliendo las propiedades de: 1) *aleatoriedad*, cumpliendo esta propiedad al seleccionar muestras independientes; 2) *normalidad*, por el tamaño uniforme de la muestra; y la 3) *homocedasticidad*, validado por medio de la prueba de homogeneidad de varianza a través del estadístico de Levene, las variables que no cumplieron esta propiedad son: resbalones, caídas y bajas en planta de beneficio. La variable dependiente o resultado (pH), fue correlacionada con los factores categóricos validos. Se establecieron intervalos de confiabilidad del 95%.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 GENERALIDADES

Los datos obtenidos se analizaron a través del programa estadístico SPSS 20.0®, y luego fueron exportados al programa Excel par ser observados y presentados gráficamente.

6.2 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

6.2.1 BIENESTAR ANIMAL EN CERDO

En la tabla 1 se muestra las variables de bienestar animal o variables independientes (factores) que cumplieron con todas las propiedades para ser incluidas en el modelo estadístico, con sus respectivas frecuencias y las etiquetas de valores.

De esta forma se puede observar que en este estudio las heridas estaban presentes en el 83,3% de los animales, también merece mención que la presencia de reflejo corneal como signo de falla en el aturdimiento sobrepasa la mitad de los animales estudiados llegando a un 53,7%.

La variable de miedo, se presentó en 46 animales y alcanzó un 14,8%. La presencia de vocalizaciones que hace parte de los signos de aturdimiento fue la que menos se presentó, en tan solo 10 animales y un correspondiente 3,2%.

Tabla 1. Frecuencia y porcentaje de las variables de Bienestar Animal.

		Frecuencia	Porcentaje
Miedo¹	Si	46	14,8%
	No	265	85,2%
	Total	311	100,0%
Cojeras	Si	15	4,8%
	No	296	95,2%
	Total	311	100,0%
Heridas²	Si	259	83,3%
	No	52	16,7%
	Total	311	100,0%
Cicatrización	Si	133	42,8%
	No	178	57,2%
	Total	311	100,0%
Reflejo Corneal³	Si	167	53,7%
	No	144	46,3%
	Total	311	100,0%
Estimulo Doloroso	Si	25	8,0%
	No	286	92,0%
	Total	311	100,0%
Ritmo Respiratorio	Si	56	18,0%
	No	255	82,0%
	Total	311	100,0%
Vocalizaciones	Si	10	3,2%
	No	301	96,8%
	Total	311	100,0%
Levanta la cabeza	Si	102	32,8%
	No	209	67,2%
	Total	311	100,0%
Reflejo de Incorporación	Si	62	19,9%
	No	249	80,1%
	Total	311	100,0%

Valoración de la presencia de miedo en corrales y durante la conducción al cajón de insensibilizado.

Valoración de la presencia de heridas, considerando toda la canal.

Valoración de la presencia de reflejo corneal, después del proceso de aturdimiento.

6.2.2 CALIDAD DE CARNE

En la tabla 2 se presenta las variables de calidad de carne (pH, Color y Temperatura), con sus respectivas medidas de tendencia central y variabilidad. Esta tabla muestra que en este estudio la calificación media del pH de las canales de los cerdos fue de 6,4 (escala de 5,2 – 7,2) con un mínimo de 5,5 y máximo de 7,2, y un error típico de la media de 0,0197. Este rango de valores de pH sugiere que en este estudio la mayoría de las canales presentaban la condición de carne DFD (carnes oscuras, firmes y secas; $\text{pH} \geq 6,3$).

Los valores obtenidos para la variable de Color Muscular de las canales de los cerdos la calificación media fue de 3,15 (escala de 1 – 6) con un mínimo de 2 y máximo de 5, y un error típico de la media de 0,039, señalando una tendencia en el musculo hacia un color rosado.

Con respecto a la Temperatura la calificación media de las canales de los cerdos fue de 39,5 con un mínimo de 37,0 y máximo de 42,0 y un error típico de la media de 0,0457. Los valores obtenidos de temperatura ayudan a aceptar la presencia de carnes anómalas, indicando una evolución fisiológica *post-mortem* anormal en los cerdos estudiados.

Tabla 2. Medidas de tendencia central y variabilidad, para pH, Color y Temperatura.

		pH¹ (Escala de 5,2 - 7,2)	Color Muscular² (Escala de 1 - 6)	Temperatura³ (Grados centígrados)
N	Válidos	311	311	311
	Perdidos	0	0	0
Media		6,494	3,15	39,514
Error típ. de la media		,0197	,039	,0457
Desv. típ.		,3468	,694	,8056
Mínimo		5,5	2	37,0
Máximo		7,2	5	42,0

¹pH medido en la primera hora post-sacrificio, con cintas indicadoras de pH Merk®.

²Escala del 1 al 6 (extremadamente pálido a extremadamente oscuro) (NPPC 1991).

³Temperatura medido en la primera hora post-sacrificio.

6.2.3 BIENESTAR ANIMAL Y CALIDAD DE CARNE

Se realizó el estudio estadístico de los datos, empleando para ello un análisis factorial múltiple o ANOVA, en la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos al correlacionar cada una de las variables de Bienestar Animal con el pH.

Los resultados revelaron que en este estudio las variables de miedo y presencia de reflejo corneal, tienen una variación significativa en el valor del pH ($p < 0.05$). El resto de las variables no se asociaron de manera significativa, con los valores del pH ($p > 0.05$), por lo tanto, los resultados obtenidos del modelo empleado, sirven para sugerir que la presencia de miedo en los animales durante la permanencia en corrales y conducción al cajón de noqueo; y al igual que la presencia de reflejo corneal evaluado después del proceso de insensibilización tienen influencia negativa en el pH medido en la primera hora *post-sacrificio*.

Tabla 3: Resultado estadístico de la prueba ANOVA, con el programa SPSS.

Variable Dependiente: pH (escala de 5,2 - 7,2)

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	P=valor
Modelo	13117,957 ^a	11	1192,542	10405,145	0,000
Miedo*	,568	1	,568	4,953	,027
Cojeras	,085	1	,085	,744	,389
Heridas	,057	1	,057	,495	,482
Cicatrización	,346	1	,346	3,015	,084
Reflejo Corneal**	,567	1	,567	4,948	,027
Estimulo	,170	1	,170	1,487	,224
Doloroso					
Ritmo	,064	1	,064	,555	,457
Respiratorio					
Vocalizaciones	,218	1	,218	1,899	,169
Levantar la	,176	1	,176	1,539	,216
Cabeza					
Reflejo de	,192	1	,192	1,672	,197
Incorporación					
Error	34,383	300	,115		
Total	13152,340	311			

a. R cuadrado = ,997 (R cuadrado corregida = ,997)

* Variable correspondiente a presencia de Miedo, con un p valor 0,027.

** Variable correspondiente a presencia de Reflejo Corneal, con un p valor 0,027.

6.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de este estudio indican que el manejo incorrecto influye de manera negativa en el bienestar de los cerdos antes del sacrificio, produce en el animal un estrés psicológico que se manifiesta con miedo y los resultados obtenidos revelan que hay influencia negativa en la calidad de la canal, reflejada en un pH menor al aceptado. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por D'Souza et al ⁴⁴, en donde se realizó la comparación en dos grupos de animales, el primer grupo sometido a un manejo mínimo y el segundo grupo sometido a un manejo que incluía el uso de picanas eléctricas, encontrándose una mayor presencia de

⁴⁴ D'SOUZA, *et al.* The effect of handling pre-slaughter and carcass processing rate post-slaughter on pork quality. *En: Meat Science.* 1998. vol. 50. p: 429 – 437.

carnes PSE en este último. Van der Wall⁴⁵ determino que el estrés previo al sacrificio, descartando los animales mal aturdidos, dio lugar a valores de pH más bajos y temperaturas más altas en el musculo semimembranoso, determinando que el estrés afecta negativamente la calidad de carne. Channon, *et al*⁴⁶, concluye en que la presencia de carnes PSE se produce en todos los cerdos manejados negativamente, independiente del método de aturdimiento, pero también manifiesta que el aturdimiento eléctrico tiene influencia en la calidad de la canal.

En este estudio, se tomó la presencia de reflejo corneal como signo de un incorrecto aturdimiento eléctrico o recuperación de conciencia, sugiriendo que el animal está sintiendo el proceso de sangría, y estadísticamente se evidencio que la presencia de este reflejo afecta de manera negativa el pH. No se tiene reportes científicos que asocien que las fallas en el aturdimiento eléctrico o signos de recuperación de conciencia tienen influencia directa en el pH. Pero un estudio realizado por Assencios⁴⁷, en donde se comparo el pH en cerdos beneficiados con aturdimiento eléctrico (pH: 6,65) y sin aturdimiento (pH: 6,94), se evidencio que existía un incremento significativo del pH en los cerdos beneficiados sin realizar ningún tipo de aturdimiento previo. De lo cual podemos deducir que el pH se afecta si el animal siente el proceso de sangría.

La media del pH obtenido en este estudio de 6,49, lo que indica la presencia de carnes anómalas en una proporción mayor a la normal, especialmente de carnes tipo DFD. Resultados similares fueron encontrados por Assencios⁴⁸, al obtener un pH de 6,65, medido después de una hora *post-sacrificio* en cerdos beneficiados con aturdimiento eléctrico. Es de anotar que datos similares referentes a las proporciones de los diferentes estados de la carne fueron reportados Castrillón, *et al*⁴⁹ y por Murray⁵⁰, quienes encontraron mayores frecuencias de carne PSE y DFD, que de carne de cerdo Normal. Según García “la clasificación final de la condición de carne se realiza con la medida de pH después de 24 horas *post-mortem*, ya que la disminución del pH se lleva a cabo de manera gradual,

⁴⁵ VAN DER WALL, P.G; ENGEL, B. y REIMERT, H.G.M. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. *En*: Meat Science. 1998. vol. 53. p: 101–106.

⁴⁶ CHANNON, H.A; Payne, A.M. y Warner, R.D. Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality. *En*: Meat Science. 2000. vol. 56. p: 291–299.

⁴⁷ ASENCIOS, R. Variación de pH en la carne de cerdos beneficiados con aturdimiento eléctrico y sin aturdimiento. Tesis de Medico Veterinario. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria. Peru. 2004.

⁴⁸ *Ibid.*.

⁴⁹ CASTRILLO, W.E; FERNANDEZ, S. y RESTREPO, B. Determinación de carnes PSE en canales de cerdo, *Op. cit.*, 12, p. 23-28.

⁵⁰ MURRAY, A. y JOHNSON, C. Impact of the halotane gene on muscle quality and pre - slaughter deaths in Western Canadian Pigs. *Can. J. En*: Animal Science. 1998. vol. 78. p: 543 - 548.

asumiendo que las canales se someten a refrigeración después del sacrificio”⁵¹. La planta de beneficio donde se realizó el estudio tiene cuarto de frío, pero, por cuestiones culturales no se acostumbra refrigerar la carne, no se efectuó la observación de dichas canales que hubiese sido necesaria para poder clasificarlas definitivamente.

La temperatura resultante con un valor de 39,5°C apoya lo deducido con el pH, sugiriendo la presencia de defectos en calidad de carne. Existen otros estudios como el de Bertoloni⁵², que obtuvo valores medios de temperatura de 38,5°C y Gariepy, *et al*⁵³, quien evidencia en su estudio que una temperatura por encima de 32,2°C, las canales de cerdos muestran defectos en la calidad de carne clasificadas como PSE y DFD. Adicionalmente, se puede mencionar que Warris, *et al*⁵⁴ correlaciona el estrés *ante-mortem*, con concentraciones de lactato y temperatura de canal elevadas, coincidiendo con los resultados obtenidos en este estudio.

Con respecto a la calificación media de color de 3,1; corresponde con lo encontrado por Goodwin⁵⁵ donde el color resultante fue de 3,17; datos con los cuales se puede clasificar a esta carne como: rosada, moderadamente firme y moderadamente seca (NPPC)⁵⁶. Lo cual contradice lo deducido con las medidas de pH y temperatura.

⁵¹ GARCIA, M. Duración del transporte previo al sacrificio en porcino. Efecto sobre parámetros indicadores de estrés. Tesis de Ingeniero Agronomo. Cartagena: Universidad politécnica de Cartagena. Departamento de ciencia y tecnología agraria. Colombia. 2008. 69 p.

⁵² BERTOLONI, W. Composição química da carne suína. I. Eficácia do Sistema hennessy gp4 de tipificação na Determinação da capacidade de retenção de água, Gordura intramuscular e pigmentos totais na Carne suína. En: IX Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos (9:26–29: octubre: Minascentro, Belo Horizonte). Memórias. 1999. p: 25 – 40.

⁵³ GARIEPY, C; AMIOT, J. y NADAI, S. Ante-mortem detection of PSE and DFD by infrared thermography of pigs before stunning. En: Meat Science. 1989. vol. 25. p: 37–41.

⁵⁴ WARRISS, P.D, *et al*. Potential interactions between the effects of preslaughter stress and post-mortem electrical stimulation of the carcasses on meat quality in pigs. En: Meat Science. 1995. vol. 41. p: 55–68.

⁵⁵ GOODWIN, R. N. Genetic parameters of pork quality traits. Ph.D. Thesis. Iowa: Iowa State University, Ames, IA 1994

⁵⁶ NPPC. Procedures to Evaluate Market Hogs, Op. cit..

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos para los 311 cerdos estudiados a los cuales se les evaluó la presencia o ausencia de los diferentes parámetros de Bienestar Animal, y que después del proceso de beneficio se realizó la valoración Calidad de carne por medio de los parámetros de pH, color y temperatura en la primera hora *post-sacrificio*, se llega a las siguientes conclusiones:

- Las variables de bienestar animal que se presentan en mayor proporción son heridas (83,3%) y presencia de reflejo corneal como signo de falla en el aturdimiento (53,7%).
- La variable de presencia de vocalizaciones que hace parte de los signos de falla en el aturdimiento fue la que menos frecuencia alcanzó, con un correspondiente 3,2%.
- Los resultados indicaron que dos de las variables correspondientes a Bienestar Animal (presencia de miedo antes del sacrificio y reflejo corneal después del proceso de aturdimiento) si tienen influencia de manera negativa en el pH, como indicador principal de la calidad de la carne.
- El manejo y aturdimiento incorrecto son una amenaza importante para el bienestar de los cerdos ocasionándoles altos niveles de estrés, reflejado en el valor del pH.
- La carne proveniente la planta de beneficio tiene inclinación a ser una carne DFD, clasificada de manera parcial según el pH medido a la primera hora *postsacrificio*, con una temperatura media de 39,5 pero con una clasificación de color de 3. Cabe tener en cuenta que el proceso de acidificación de la carne no ha terminado, y el promedio de carne clasificada como DFD se puede reducir debido a que el pH puede llegar a alcanzar niveles normales consecuentes con el resultado en el color de carne clasificada como normal.

7.2 RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos recomendamos lo siguiente.

- Realizar capacitaciones permanentes acerca del manejo adecuado de animales destinados para sacrificio, al personal encargado del arreo de los cerdos y así disminuir el nivel de miedo en los animales.
- Evitar los ruidos fuertes, repentinos y de alta frecuencia, ya que son más sensibles a los ruidos que los seres humanos y se asustan fácilmente.
- Examinar el método de aturdimiento eléctrico con el fin de reducir al mínimo el número de animales mal insensibilizados o que recuperan la conciencia de manera más rápida:
 - Comprobando que la pinza y los dos electrodos se ubican de manera adecuada en la cabeza del animal.
 - Comprobar los tiempos: tiempo de insensibilización, tiempo entre insensibilización, manejo y elevación de los animales a los rieles y tiempo entre insensibilización y el proceso de sangría.
- Otra práctica importante para reducir el PSE en canales, es someterlas a cadena de frío inmediatamente que son sacrificadas (-25°C), esto con el fin de bajar la temperatura rápidamente. Ya que los treinta minutos *post-mortem* son decisivos como indicador de carnes potencialmente exudativas (pH<6,0).

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, C. y TORRE, A. La conductividad eléctrica como sistema de detección de carnes de baja calidad en el proceso de elaboración de jamón cocido. En: Eurocarne. 1996. vol. 50.

ASENCIOS, R. Variación de pH en la carne de cerdos beneficiados con aturdimiento eléctrico y sin aturdimiento. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria. Perú. 2004.

BATE-SMITH, E.C. y BENDALL, J.R. Changes in Muscle after Death. En: British Medical Bulletin. 1956. vol. 12, p. 230-235

BERTOLONI, W. Composição química da carne suína. I. Eficácia do Sistema hennessy gp4 de tipificação na Determinação da capacidade de retenção de água, Gordura intramuscular e pigmentos totais na Carne suína. En: IX Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos (9:26–29: octubre: Minascentro, Belo Horizonte). Memórias. 1999. p. 25 – 40.

BOISSY, A. "Fear and fearfulness in animals". En: Quartely Review of Biology. 1995. vol. 70. p.165 - 191.

BROOM, D.M. Indicators of Por Welfare. En: British Veterinary Journal. 1986. vol. 142, p. 524-526

----- . Transport stress in cattle and sheep with details of physiological, ethological and other indicators. En: Dtsch Tierärztl Wschenschr. 2003. vol. 110. p. 83-89.

CASTRILLO, W.E; FERNÁNDEZ, S. y RESTREPO, B. Determinación de carnes PSE en canales de cerdo. En: Vitae, revista de la facultad de química farmacéutica, Universidad de Antioquia, 2005. vol. 12. p. 23-28.

CHANNON, H.A; Payne, A.M. y Warner, R.D. Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality. En: Meat Science. 2000. vol. 56. P. 291–299.

COMA, J. y PIQUER, J. Calidad de carne en porcino: Efecto de la Nutrición. En: XV Curso de Especialización Avances en Nutrición y Alimentación Animal. (septiembre: Madrid). Curso. Madrid. Rebollar, P.; C. de Blas y G. Mateos, editores. FEDNA.; 1999.

DALMAU, A; RODRÍGUEZ, P. y VELARDE, A. Valoración del Bienestar Animal del Cerdo. Parámetros Evaluados en el Matadero. Girona, España. 2006. [en línea]. [citado 3 abril 2012]. Disponible en: <http://www.engormix.com>

DENABURSKI, J. Causas más importantes y sistemas de prevención de casos de carne porcina defectuosa tipo PSE. En: Anaproc. 2002. No. 217. p. 35-43.

D'SOUZA, *et al.* The effect of handling pre-slaughter and carcass processing rate post-slaughter on pork quality. En: Meat Science. 1998. vol. 50. p. 429 – 437.

DUNCAN I.J. Frasier D. "Understanding Animal Welfare". Animal Welfare ed: M.C. Appleby y B.O. Huhges. CAB International. 1987.

EDWARDS, J. D. The Role of the Veterinarian in Animal Welfare — A Global Perspective. En: Global Conference on Animal Welfare an OIE initiative (23-25, febrero: Paris). Memorias. Luxembourg: 2004. p. 24-27.

EUSSE G, J.S. Calidad de la Carne de Cerdo. Universo Porcino. 2009. [en línea]. [citado 3 marzo 2012]. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>

FABREGAS, E; VELARDE, A. y DIESTRE, A. El bienestar animal durante el transporte y sacrificio como criterio de calidad. 2002. [en línea]. [citado 5 abril 2012]. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>

FERNÁNDES, R.A, *et al.* Determinação das características físico-químicas da carne de suínos em fase de crescimento. En: Revista Tec carnes – Campiñas. 2001. vol. 3. p. 13-18.

FORREST, A. Fundamentos de la Ciencia de la Carne. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., 1975. p. 125-132; 139-140.

GARCÍA, M. Duración del transporte previo al sacrificio en porcino. Efecto sobre parámetros indicadores de estrés. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Cartagena: Universidad politécnica de Cartagena. Departamento de ciencia y tecnología agraria. Colombia. 2008. 69 p.

GARIEPY, C; AMIOT, J. y NADAI, S. Ante-mortem detection of PSE and DFD by infrared thermography of pigs before stunning. En: Meat Science. 1989. vol. 25. p. 37-41.

GISPERT, M., *et al.* A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality. En: five Spanish commercial abattoirs. Meat Science. 2000. vol. 55. p. 97- 106.

GRANDIN, T. Handling and welfare of Livestock in Slaughter plants. Capítulo 20. En: Livestock Handling and Transport. 2nd ed. T. Grandin., CAB International, Oxon, Reino Unido. 2000.

GOODWIN, R. N. Genetic parameters of pork quality traits. Ph.D. Thesis. Iowa: Iowa State University, Ames, IA 1994

HOFMANN, K. El pH, una Característica de la Calidad de la Carne. En: Fleischwirtschaft, español. 1988. vol. 1. p. 13-18

HOLLIS, G. Estrés Ambiental en el Cerdo. Illinois: Universidad de Illinois. 2006. [en línea]. [citado 25 abril 2012]. Disponiblele en: <http://www.infogranjas.com.ar>

HURNIK, J.F. Welfare of Farm Animals. En: Applied Animal Behaviour Science. 1988. vol. 20. p. 105-117

LAWRIE, R.A. Meat Science. 4 Ed. New York: Editorial Oxford shire and New York, 1985

LAWRIE, R.E. Calidad comestible de la carne. Ciencia de la Carne. 3 ed. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A., 1998. p. 245-292.

MABRY, J. y BAAS, T. The Impact of Genetics on Pork Quality. En: National Pork Board. 1998. p. 1-12

MIRALLAS, M.A. Influencia del bienestar animal en la calidad de carne. En: La carga de cerdos con destino al matadero. España: Navarra Agraria, 2007. p. 61-64.

MURRAY, A. y JOHNSON, C. Impact of the halotane gene on muscle quality and pre - slaughter deaths in Western Canadian Pigs. *Can. J.* En: *Animal Science*. 1998. vol. 78. p. 543 - 548.

NPPC. Procedures to Evaluate Market Hogs. 3 ed. Iowa: National Pork Producers Council, Des Moines, 1991.

ORDOÑEZ, J.A. Características generales de la carne y componentes fundamentales. En: Tecnología de los alimentos Vol. II: alimentos de origen animal. Madrid: Síntesis S.A, 1998. p. 169-186.

SILVA, J.R, *et al.* 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. En: *Revista Latinoamericana de Ciencias de la Agricultura*. 2005. vol. 32, no. 2, p. 125-132.

SELYE H., A syndrome Produced by Diverse nicious agents. (1936) *Nature*, p 138, 32-33. Citado por: LEVRINO G., Transporte de ganado, bienestar animal y calidad de la carne. [en línea] [Uruguay], 1936, [citado Mar. 15 2012]. Disponible en Internet: < URL: http://www.vet-uy.com/articulos/artic_ba/013/ba013.htm.>

VAN DER WALL, P.G; ENGEL, B. y REIMERT, H.G.M. The effect of stress, applied immediately before stunning, on porkquality. En: *Meat Science*. 1998. vol. 53. p. 101–106.

VELAZCO, J. Aspectos importantes en la medición del pH. En: *Carnetec*, Julio – Agosto 2001. p. 48 - 51.

----- . Prevención de PSE en carnes de cerdo. En: Carnetec. 2001, vol. 8. p. 28-34.

WARRISS, P.D, *et al.* Potential interactions between the effects of preslaughter stress and post-mortem electrical stimulation of the carcasses on meat quality in pigs. En: Meat Science. 1995. vol. 41. p. 55–68.

ANEXOS

ANEXO B. Planilla de Valoración de Bienestar Animal en Cerdos

Valoración de Bienestar Animal Antes del Beneficio y su Influencia en el pH de la Carne de Cerdo Destinado al Consumo en la Planta de Beneficio en la Ciudad de Pasto – Nariño

Lugar de Ejecución del Proyecto: Planta de Beneficio

Ciudad: Pasto

Departamento: Nariño

Facultad: Ciencias Pecuarias

Programa: Medicina Veterinaria

Fecha: _____

Jornada Número: _____

Numero de Identificación del Animal	VALORACIÓN DE BIENESTAR ANIMAL												
	Miedo	Resbalones, caídas y cojeras.			Heridas y Grado de Cicatrización		Bajas en Matadero	Eficiencia de aturdimiento					
		Resbalones	Caídas	Cojeras	Heridas	Grado de Cicatrización		Reflejo Corneal	Estimulo Doloroso	Ritmo Respiratorio	Vocalizaciones	Levantar la Cabeza	Reflejo de Incorporación

