

**Caracterización de las canales de cerdo
producidas en Zamorano para la Planta de
Industrias Cárnicas**

Keyla Patricia López Girón

Honduras
Diciembre, 2006

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Caracterización de las canales de cerdo producidas en Zamorano para la Planta de Industrias Cárnicas

Proyecto especial presentado como requisito parcial para
optar al título de Ingeniería Agroindustrial en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Keyla Patricia López Girón

Honduras
Diciembre, 2006

La autora concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas y jurídicas se reservan los derechos de autor.

Keyla Patricia López Girón

Honduras
Diciembre, 2006

Caracterización de las canales de cerdo producidas en Zamorano para la Planta de Industrias Cárnicas

Presentado por:

Keyla Patricia López Girón

Aprobado:

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

Raúl Espinal, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria

Wilfredo Domínguez, M.Sc.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

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

DEDICATORIA

A Dios, la luz y la fuerza que complementa mi vida.

A mi madre Gladys Aminta Girón por todo su apoyo, amistad y ayuda incondicional.

A mi padre Hernán Roberto López Cruz y mi hermano Edwin Roberto.

A mis amigas y amigos Zamoranos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme su amor incondicional y fortaleza, por abrir las puertas en mi camino y ofrecer grandes oportunidades en mi vida.

A mi madre, por todo su amor, apoyo, confianza, amistad y consejos que me han convertido en todo lo que soy.

A mi padre, por su amor, ayuda, apoyo y consejos que me han ilustrado en el camino de la vida.

A mi hermano, por toda su ternura, consejos, amistad y todo lo que significa para mi y esos momentos que han unido y fortalecido nuestras vidas.

A mis tíos Manuel, Saúl, Freddy y Gloria por su apoyo y consejos invaluable.

A mis amigas y amigos zamoranos: Elizabeth, Maria José, Eileen, Macha, Verónica, Diana, Eyleen, Andrea, David Córdova, Malcond David, Victor Taleón y David Molina por estar conmigo en los buenos y malos momentos dentro y fuera de Zamorano, por tantas lindas experiencias y hacer inolvidables estos cuatro años.

A Patricia Laguna, por su apoyo, consejos y animó brindado para que alcanzara mi meta.

A mis asesores la Dra. Adela Acosta e Ing. Wilfredo Domínguez, por su tiempo, consejos, ayuda para la realización de este proyecto y la confianza depositada en mí.

A mi Alma Mater por todos los conocimientos adquiridos, las inolvidables experiencias vividas y todas las lecciones aprendidas.

Al personal de la planta de Cárnicos por su colaboración.

A todas las personas que conocí en Zamorano e hicieron posible la culminación de este proyecto.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) y el Fondo Dotal Suizo por el apoyo financiero brindado para la realización de mis estudios en Zamorano.

RESUMEN

López, K. 2006. Caracterización de las canales de cerdo producidas en Zamorano para la Planta de Industrias Cárnicas. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería Agroindustrial. Zamorano, Honduras. 16 p.

Durante las primeras 24 horas del período *post mortem* de un animal de abasto, el tejido muscular sufre una serie compleja de cambios bioquímicos y físico-químicos. El desarrollo de estos cambios influye de manera directa en la calidad de la carne, tanto en sus propiedades sensoriales como en su funcionalidad para la elaboración de productos cárnicos. Dentro de los principales problemas de la industria cárnica porcina se encuentran la carne PSE (pálida, suave y exudativa) y la carne DFD (Firme, oscura y seca, por sus siglas en inglés). El objetivo general de este estudio fue caracterizar las canales de cerdo producidas en Zamorano a través de la evaluación del pH, humedad y color del músculo *longissimus dorsi* en la canal fresca de cerdo al momento de la cosecha y después de 24 horas. El objetivo secundario fue determinar si existen diferencias entre los encastes de razas con relación a las características, pH, humedad y color de la canal. Para caracterizar el comportamiento *post mortem* de la carne a las 24 horas se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) y un análisis de varianza (ANDEVA) con separación de medias Duncan. Para determinar diferencia entre los encastes de cerdos se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) y un análisis de covarianza (ANCOVA) con separación de medias (LSMEANS ajustadas a Tukey). En ambos casos fijando un nivel de significancia de 0.05. Se encontró que las canales de la planta están dentro de los rangos establecidos para ser catalogadas como carne normal. Durante el periodo de desarrollo de este estudio no existió incidencia de PSE y DFD.

Palabras clave: color, humedad, pH, razas

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

CONTENIDO

Portadilla.....		i
Autoría.....		ii
Página de firmas		iii
Dedicatoria		iv
Agradecimientos.....		v
Agradecimiento a patrocinadores.....		vi
Resumen		vii
Contenido		viii
Índice de cuadros.....		x
1.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	1
1.1	GENERALIDADES.....	1
1.2	DEFINICIÓN DE SÍNDROME DE ESTRÉS PORCINO (SSP).....	2
1.3	pH, COLOR Y CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA.....	3
1.3.1	pH de la carne.....	3
1.3.2	Color de la carne.....	3
1.3.3	Capacidad de retención de agua (CRA)	3
1.4	ESTUDIOS REALIZADOS.....	4
2.	INTRODUCCIÓN.....	5
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
3.1	UBICACIÓN.....	6
3.2	MATERIALES Y EQUIPO	6
3.2.1	Materia prima	6
3.3	METODOLOGÍA.....	6
3.3.1	Diseño experimental para parte I.....	6
3.3.2	Diseño experimental para parte II	7
3.4	COSECHA Y MUESTREO	7
3.5	ANÁLISIS QUÍMICO	8
3.5.1	Análisis de humedad.....	8
3.5.2	Análisis de pH	8
3.6	ANÁLISIS FÍSICOS	8
3.6.1	Análisis de color	8
3.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	8

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4.1	Caracterización de las canales con respecto a su pH, humedad y color.....	9
4.2	Diferenciación entre encastes de acuerdo a las características de la canal.....	11
5.	CONCLUSIONES	13
6.	RECOMENDACIONES	14
7.	BIBLIOGRAFÍA	15

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Prevalencia del SSP en las razas utilizadas como progenitores en EE UU y Canadá detectadas mediante test del DNA.	2
2.	Diseño de bloque completos al azar para canales de cerdo.	7
3.	Diseño completo al azar para canales de cerdo evaluadas por encaste.	7
4.	Medias semanales de pH del <i>longissimus dorsi</i>	9
5.	Medias semanales de porcentaje de humedad del <i>longissimus dorsi</i>	10
6.	Medias semanales del valor L*, a*, b del <i>longissimus dorsi</i>	10
7.	Medias de pH del <i>longissimus dorsi</i> para cada tratamiento.	11
8.	Medias de porcentaje de humedad del <i>longissimus dorsi</i> para cada tratamiento.	12
9.	Medias del valor L*, a*, b del <i>longissimus dorsi</i> para cada tratamiento.	12

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 GENERALIDADES

La calidad de la carne se ve afectada por dos tipos de factores: los genéticos y los no genéticos. Al referirnos a factores genéticos nos enfocamos en la presencia del gen Halonato o el gen receptor de la ryanodina. En cambio al hablar de factores no genéticos abarcamos muchas variantes, tales como: cantidad de contacto del animal con el humano, calidad del manejo (severo o tranquilo), vocalización al aturdimiento, estos se consideran los factores mas importantes ya que influyen de manera directa debido a su estrecho vínculo con el manejo de los animales antes de la cosecha, según (Grandin 1998)

Según Hemsworth y otros (1993; citado por Grandin 1998), estudios realizados por otros investigadores han demostrado que el manejo severo o agresivo y el uso excesivo del aturdidor antes del aturdimiento provocan un aumento en la incidencia de carne PSE. También en estos estudios se ha observado que la intensidad de los chillidos o vocalización de los cerdos son señales de estrés y de miedo.

Una de las anormalidades que presenta una notoria influencia en la calidad de la carne es la presencia de la carne PSE y la carne DFD Al referirnos a carne PSE, nos enfocamos en la carne que alcanza un pH igual o menor a 5.4 en corto tiempo tras la cosecha aun cuando la temperatura es muy elevada, debido a una aceleración inesperada del metabolismo. Causando con esta acción la desnaturalización de las proteínas del músculo (López 2004).

En cambio la carne DFD es aquella que presenta generalmente un pH superior a 5.8 a las 24 horas tras la cosecha, tal cambio en pH es el efecto causado por la baja concentración de glucógeno en el músculo. La baja concentración de glucógeno puede ser causada por muchos factores dentro de los cuales resalta: la raza, el peso, edad, fibras predominantes en el músculo, nutrición del animal y en especial por los altos niveles de estrés previo al sacrificio.

1.2 DEFINICIÓN DE SÍNDROME DE ESTRÉS PORCINO (SSP)

Actualmente, la optimización de la producción porcina y la calidad de la carne esta ligada fuertemente a la aplicación de la biotecnología, gracias a esta se pueden obtener grandes ventajas tales como conocer: el parentesco entre cerdos, trazabilidad, tipificación de genes de interés, detección de enfermedades hereditarias (Haley y otros 1991; citado por Bonelli y Schifferli 2001). Así como lo es la presencia del gen Halonato o receptor de ryanodina, que es el principal causante del síndrome de estrés porcino (SSP). Según Coma y Piquer (1999), este gen es el responsable de las diferencias de tipo y metabolismo de las fibras musculares, dicho gen inducen una mala adaptación y repuesta de parte del animal a situaciones estresantes. Esta respuesta se refleja en la mayor liberación de calcio desde los retículos sarcoplásmicos.

Tanto el PSE (como el DFD son síntomas de la presencia del SSP (síndrome de estrés porcino). El SSP se caracteriza especialmente por producir la muerte a cerdos homocigotos recesivos. Este síndrome también conocido como hipertermia maligna, es reconocido como una patología que ocasiona graves efectos en la calidad de la carne y sus subproductos, por consecuente ocasiona pérdidas económicas a nivel de producción (Cuadro 1).

Esta enfermedad se concentra en la acción de un gen, el gen recesivo conocido como el gen receptor de la ryanodina, “Ryr1” (Fujji y otros 1991; citado por Bonelli y Schifferli 2001), el cual era hace un tiempo conocido como el gen Halonato. Según Calvo y otros (1997; citado por Bonelli y Shifferli 2001) los individuos con el gen pueden presentar tres genotipos diferentes:

1. Individuos normales, sanos no portadores, homocigotos dominantes.
2. Individuos portadores, portadores del alelo mutado a la descendencia.
3. Individuos enfermos, transmisores del alelo mutado, homocigotos recesivos.

Cuadro 1. Prevalencia del SSP en las razas utilizadas como progenitores en EE UU y Canadá detectadas mediante test del DNA.

Raza	Número Testado	Prevalencia del SSP
Pietrain	58	97%
Landrace	1962	35%
Duroc	718	15%
Lage white	720	19%
Hampshire	496	14%
Yorkshire	1727	19%
Crossbred	3446	16%

Fuente:(O’Brien y otros 1993; citado por Sland 2002)

1.3 pH, COLOR Y CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA

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

1.3.1 pH de la carne

Los cambios que se presentan en el pH después de la cosecha están regidos principalmente por la degradación de glucógeno a ácido láctico, este proceso de conversión es llamado glucogenolisis, la cual se origina por la activación de la glucógeno fosforilasa.

Una glucogenolisis continúa en el animal puede provocar una disminución en las reservas de glucógeno, y por tanto una caída menos marcada en el pH, debido a la falta de glucógeno, siendo el resultado final una carne DFD, en cambio un estrés intenso momentos antes del aturdimiento o la cosecha provoca un incremento en la sinterización de ácido láctico, siendo el resultado final una carne PSE.

1.3.2 Color de la carne

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

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

1.3.3 Capacidad de retención de agua (CRA)

Knipe (2006) explica que químicamente la humedad en la carne es el efecto de retener agua por las proteínas, esta agua retenida puede ser en grados diferentes, conocidos como agua ligada, agua inmovilizada y agua libre. Este grado de agua retenida está ligado a los cambios en el pH.

La carga en las proteínas es considerada una de las causas principales en el cambio de la capacidad de retención de agua (CRA), ya que en el momento de la muerte las cargas son en su mayoría negativas, estas se repelen entre sí, con el descenso del pH en el *rigor mortis*, provocado por la acumulación de ácido láctico, las cargas positivas del ácido

cancelan las negativas del músculo. Este efecto de cancelación de cargas hasta alcanzar un equilibrio se conoce como punto isoelectrico, el cual ocurre a un pH de 5.1–5.3 aproximadamente.

La CRA es un indicador muy importante en los cambios de las proteínas miofibrilares, y así como la desnaturalización de las proteínas disminuye la CRA (Honikel y otros, 1986; citado por Gamboa y otros 2005). En su mayoría los músculos *post rigor* contienen sobre un 70% de agua, dependiendo de la características de composición proximal y madurez fisiológica del músculo (Kauffman y Marsh 1994).

La capacidad de retención de agua es muy importante para la industria cárnica ya que a partir de esta se puede determinar que tanto goteo o pérdida de agua presentara una carne durante el corte y en anaquel.

1.4 ESTUDIOS REALIZADOS

En estudios realizados por otros investigadores como Alarcón y Otros (2005), en la región de Bajío, México, se reporta que se ha encontrado la incidencia de defectos como la carne PSE en granjas no tecnificadas durante la época de otoño. En este mismo estudio se encontró que la incidencia de carne DFD es alta, y muy marcada en la época de verano, sin tener en cuenta el tipo de granja de donde provenían los cerdos (granja tecnificada o no tecnificada). Los animales de granjas tecnificadas de acuerdo a este estudio son más pesados, con una carne mas brillante y amarilla, con menos intensidad de color rojo y CRA, características que representan una desventaja desde el punto de vista económico para los procesadores y consumidores.

En otro estudio, realizado por Silva y otros (2005), en el cual se busca determinar la incidencia del reposo ante *mortem* y caracterizar la calidad de la carne de acuerdo a su pH, CRA, color y efecto de la distancia de transporte. Se encuentra en los resultados que los parámetros medidos a las 24 horas post faena fueron determinantes para la determinación de la calidad de la carne y se concluye que el tiempo correspondiente a las 2 horas de reposo ante *mortem* es el que presenta los resultados en pH, CRA y color más cercanos a valores normales esperados para carnes de cerdo de buena calidad.

2. INTRODUCCIÓN

Al cosechar un animal, el tejido muscular sufre una serie compleja de cambios bioquímicos y físico-químicos. El desarrollo de estos cambios influye de manera directa en la calidad de la carne, tanto en sus propiedades sensoriales como en su funcionalidad para la elaboración de productos cárnicos.

El primer cambio observado tras la cosecha es la perturbación del aporte de oxígeno a los músculos, lo que conlleva a una potencial oxidación. Al cesar la circulación, los músculos empiezan a obtener energía del glucógeno, el cual se convierte en ácido láctico para proporcionar la energía necesaria para mantener la integridad estructural y funcional de las proteínas del tejido muscular. La acumulación de ácido láctico es la causante del descenso del pH en el músculo. La conversión de glucógeno a ácido láctico en el músculo continúa hasta que se alcance un pH que inactive las enzimas causantes de degradación.

La carne pálida, suave y exudativa (PSE, por sus siglas en inglés) es el producto de un marcado descenso de pH, por consecuencia del inapropiado manejo de los cerdos antes de la cosecha, en el transporte, durante la cosecha y después de la cosecha o al iniciar la cadena de frío. El mayor agravante de este tipo de carne es la exudación, ya que el agua menos ligada a la carne se libera con gran facilidad y hace la carne más susceptible a la presencia de microorganismos patógenos y putrefactores.

La carne oscura, firme y seca (DFD, por sus siglas en inglés) se caracteriza por un descenso de pH poco marcado debido a la baja concentración de glucógeno, la cual es provocada por el estrés antes de la cosecha.

El objetivo general de este estudio fue caracterizar las canales de cerdo producidas en Zamorano a través de la evaluación del pH, humedad y color del músculo *longissimus dorsi* en la canal fresca de cerdo al momento de la cosecha y después de 24 horas. El objetivo secundario fue determinar si existen diferencias entre los encastes de razas con relación a las características, pH, humedad y color de la canal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

El muestreo se realizó en la Planta de Industrias Cárnicas y los análisis físicos y químicos se realizaron en el Centro de Evaluación de Alimentos de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicados en el Valle del Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

3.2 MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1 Materia prima

Para la evaluación de las variables se utilizaron cortes provenientes del músculo *longissimus dorsi* de la canal fresca de 24 cerdos correspondientes a los encastes: 3/4 Landrace, 1/4 York; 3/4 York, 1/4 Landrace; 2/4 Duroc, 1/4 YorkShire, 1/4 Landrace; 1/2 York, 1/2 Landrace, proporcionados por la Unidad Productora de cerdos de Zamorano.

3.3 METODOLOGÍA

Este estudio está conformado por dos partes, la primera parte que consiste en caracterizar las canales de los cerdos que se producen en la unidad de cerdos de Zamorano, a través de la evaluación del pH, humedad y color.

La segunda parte del estudio consiste en determinar diferencias entre los encantes producidos en Zamorano con respecto a las características de las canales.

3.3.1 Diseño experimental para parte I

Para la realización de la parte I del estudio se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), cada semana constituyó un bloque. Se realizaron cuatro repeticiones para cada semana o bloque, obteniendo así 24 unidades experimentales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diseño de bloque completos al azar para canales de cerdo.

Semana	Repeticiones
Semana 1	ABCD
Semana 2	ABCD
Semana 3	ABCD
Semana 4	ABCD
Semana 5	ABCD
Semana 6	ABCD

3.3.2 Diseño experimental para parte II

Para la realización de la parte II del estudio se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), cada encaste utilizado constituyó un tratamiento, como muestra el Cuadro 3. Se evaluaron 5 muestras para cada tratamiento, obteniendo un total de 20 unidades experimentales.

Cuadro 3. Diseño completo al azar para canales de cerdo evaluadas por encaste.

Tratamiento	Encaste	Repeticiones
1	3/4 Landrace, 1/4 YorkShire	ABCDE
2	3/4 YorkShire, 1/4 Landrace	ABCDE
3	2/4 Duroc, 1/4 YorkShire, 1/4 Landrace	ABCDE
4	1/2 York, 1/2 Landrace	ABCDE

3.4 COSECHA Y MUESTREO

La recolección de datos se realizó con cerdos de cuatro diferentes encastes los cuales son: 3/4 Landrace, 1/4 York; 3/4 York, 1/4 Landrace; 2/4 Duroc, 1/4 YorkShire, 1/4 Landrace; 1/2 York, 1/2 Landrace, producidos en la Unidad de Cerdos de Zamorano, bajo factores de manejo correspondientes a la cosecha.

En el momento que terminó la cosecha, antes de introducir las canales al cuarto frío se tomó una muestra del músculo *longissimus dorsi* correspondiente a la décima costilla, de cada cerdo. Dichas muestras se etiquetaron como muestras a las 0 horas. El mismo procedimiento se realizó a las 24 horas, en el mismo lugar en que se tomaron las muestras para las 0 horas.

3.5 ANÁLISIS QUÍMICO

3.5.1 Análisis de humedad

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

3.5.2 Análisis de pH

La medición de pH se realizó a las 0 y 24 horas post cosecha, se utilizó un potenciómetro portátil marca “Oakton” previamente calibrado con soluciones buffer de pH 4.00 y 7.00, dichas mediciones se efectuaron a 10 gr de cada muestra, disolviéndolas en 100 ml de agua destilada, esperando luego 10 minutos para realizar dicha medición.

3.6 ANÁLISIS FÍSICOS

3.6.1 Análisis de color

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

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la primera parte del estudio se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias (Duncan) utilizando el modelo lineal general (GLM), con la ayuda del Sistema de Análisis Estadístico (SAS®), versión 9.1, fijando un nivel de significancia de $P < 0.05$.

Para la segunda parte del estudio se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA), con una separación de medias (Lsmeans ajustada a Tukey) utilizando el modelo lineal general (GLM, por sus siglas en inglés), con la ayuda del Sistema de Análisis Estadístico, SAS®, versión 9.1, fijando un nivel de significancia de $P < 0.05$.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de las canales con respecto a su pH, humedad y color

Según podemos observar en el Cuadro 4, ninguno de los tratamientos presentó pH menor a 5.4 o mayor a 5.8 a las 24 horas, estos rangos han sido establecidos para carne PSE y DFD de acuerdo a Bendall y Lawrie (1964; citado por Sland 2002). Las semanas presentan diferencias significativas ($P < 0.05$). Este comportamiento se puede atribuir a que en las semanas 1 y 5 los estudiantes que participaron en la faena no tenían experiencia en la cosecha de cerdos. Debido a esta inexperiencia pudieron haber estresado más a los animales, lo cual explicaría el bajo pH.

Cuadro 4. Medias semanales de pH del *longissimus dorsi*.¹

Semana	pH 24 Horas
Semana 1	5.43±0.11 ^{bc}
Semana 2	5.62±0.02 ^{abc}
Semana 3	5.76±0.03 ^a
Semana 4	5.56±0.06 ^{abc}
Semana 5	5.51±0.02 ^{bc}
Semana 6	5.66±0.13 ^{ab}

¹ Los promedios con diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes. $P < 0.05$

Como podemos observar en el Cuadro 5, para el parámetro humedad, los semanas no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre sí. El porcentaje promedio de la humedad de la carne de cerdo cosechada en la planta es de $73.10\% \pm 0.81$, valor que concuerda con la descripción de carne de cerdo normal según otros investigadores (Mendez y otros 2002).

Cuadro 5. Medias semanales de porcentaje de humedad del *longissimus dorsi*.¹

Semanas	% Humedad 24 Horas
Semana 1	71.95±2.65 ^a
Semana 2	72.64±1.39 ^a
Semana 3	73.73±0.69 ^a
Semana 4	72.59±0.90 ^a
Semana 5	73.8 ±1.02 ^a
Semana 6	73.9 ±0.84 ^a

¹ Los promedios con letras iguales en la misma columna no son estadísticamente diferentes. P>0.05

Como se muestra en el Cuadro 6, en la evaluación de color para el valor L* los tratamientos no presentaron diferencia significativa en cuanto a la luminosidad de la superficie de la carne. Según Alarcón (2005), una carne puede ser caracterizada como DFD solo si cumple con una luminosidad menor a 48 y un pH inicial mayor 6.4, la media general de luminosidad de los cerdos evaluados en este estudio es de 43.81 ± 1.36, la cual está dentro de los parámetros de carne normal ya que no presenta un pH inicial mayor a 6.4. Para el valor a* se observa que las semanas fueron estadísticamente diferentes (P<0.05). Las semanas 2 y 4 presentaron diferencias al resto de las semanas. La razón para estas diferencias pueden ser el manejo inadecuado durante la cosecha, ya que un aturdimiento inapropiado puede causar la ruptura de los vasos capilares en el músculo, lo cual disemina puntos de sangre en el mismo y por lo tanto la intensidad de color rojo. En el atributo de color valor b los tratamientos no presentaron diferencias significativas (P<0.05), como podemos observar en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Medias semanales del valor L*, a*, b del *longissimus dorsi*.¹

Semana	L* 24 Horas	a* 24 Horas	b 24 Horas
Semana 1	45.51±2.21 ^a	2.69±0.29 ^b	8.72±0.68 ^a
Semana 2	42.36±1.54 ^a	5.58±1.21 ^a	9.57±0.11 ^a
Semana 3	42.16±2.12 ^a	3.87±0.54 ^b	8.68±0.73 ^a
Semana 4	43.53±0.52 ^a	6.01±0.91 ^a	10.14±0.22 ^a
Semana 5	44.83±2.75 ^a	3.43±1.20 ^b	8.4 ±0.55 ^a
Semana 6	44.45±3.73 ^a	3.43±0.54 ^b	8.94±0.93 ^a

¹ Los promedios con diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes. P<0.05

L* = Luminosidad, valores de 100 a 0; a*= intensidad de color rojo, valores de +60 a -60; b = intensidad de color amarillo, valores de +60 a -60

4.2 Diferenciación entre encastes de acuerdo a las características de la canal

En el Cuadro 7, al comparar el pH a las 24 horas de cosecha del *longissimus dorsi* entre tratamientos observamos que se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre si. Este comportamiento del pH podría explicarse si los encastes presentaron mayor generación de stress bajo las mismas condiciones de cosecha.

Como se puede observar en el Cuadro 7, las medias de pH final para cada tratamiento están dentro del rango 5.4 y 5.8, el cual es considerado el permitido según Bendall y Lawrie (1964; citado por Sland 2002) para identificar una carne como normal.

En el Cuadro 7 se muestra que las medias de pH inicial (0 Horas) están dentro del rango mayor a 5.9 y menor a 6.4 el cual es permitido según (Alarcón y otros 2005) para identificar una carne como normal.

Cuadro 7. Medias de pH del *longissimus dorsi* para cada tratamiento.¹

	Tratamiento	pH 0 Horas	pH 24 Horas
1	3/4 Landrace, 1/4 York	6.24±0.12	5.50±0.041 ^b
2	3/4 York, 1/4 Landrace	6.03±0.09	5.52±0.027 ^b
3	2/4 Duroc, 1/4 York, 1/4 Landrace	6.17±0.18	5.74±0.027 ^a
4	1/2 York, 1/2 Landrace	6.13±0.07	5.57±0.030 ^{ab}

¹ Los promedios con diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes. $P < 0.05$

En el Cuadro 8, al comparar el porcentaje de humedad del *longissimus dorsi* a las 24 horas de la cosecha observamos que no hay diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo la covariable humedad inicial si tiene un efecto sobre la humedad final. Los resultados obtenidos son muy cercanos a los obtenidos por Mendez y otros (2002).

Cuadro 8. Medias de porcentaje de humedad del *longissimus dorsi* para cada Tratamiento.¹

Tratamiento	% Humedad 24 Horas
1 3/4 Landrace, 1/4 York	72.18±1.88 ^a
2 3/4 York, 1/4 Landrace	73.71±0.80 ^a
3 2/4 Duroc, 1/4 York, 1/4 Landrace	73.21±1.12 ^a
4 1/2 York, 1/2 Landrace	73.03±1.03 ^a

¹ Los promedios con letra igual en la misma columna son estadísticamente iguales. P>0.05

En el Cuadro 9, los tratamientos muestran diferencias significativas (P<0.05) en cuanto a la luminosidad o valor L*. Alarcón y otros (2005) indican que los cerdos con L* ≤ 48 se consideran DFD solo si cumplen con la condición de pH inicial ≥ 6.4. Como se observó anteriormente en el Cuadro 7 ninguno de los tratamientos presentó valores iniciales de pH tan altos, por lo cual no se consideran carne DFD.

Tal como se muestra en el Cuadro 9 los tratamientos no presentaron diferencia significativa entre si (P>0.05) para el valor a* en cuanto a su color, indicando que todos los tratamientos presentaron similar intensidad de color rojo. Con estos resultados se observó que el valor a* a las 24 horas, de los cerdos evaluados, no es afectado por el valor a* a las 0 horas y tampoco por los tratamientos.

Tal como se muestra en el Cuadro 9, los tratamientos no presentaron diferencia significativa entre si (P>0.05) para el valor b en cuanto a su color, indicando que todos los tratamientos presentaron similar intensidad de color amarillo. Lo cual indica que los tratamientos y el valor b a las 0 horas no tienen efecto sobre el valor b final.

Cuadro 9. Medias del valor L*, a*, b del *longissimus dorsi* para cada tratamiento.¹

Tratamiento	L*	a*	b
1 3/4 Landrace, 1/4 York	45.76±1.15 ^a	4.59±1.73 ^a	9.78±0.92 ^a
2 3/4 York, 1/4 Landrace	40.74±3.40 ^b	5.45±1.72 ^a	8.75±0.94 ^a
3 2/4 Duroc, 1/4 York, 1/4 Landrace	42.92±3.92 ^{ab}	3.79±0.84 ^a	8.88±0.79 ^a
4 1/2 York, 1/2 Landrace	44.74±4.18 ^a	3.44±1.24 ^a	9.15±0.85 ^a

¹ Los promedios con diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes. P<0.05

L* = Luminosidad, valores de 100 a 0; a*= intensidad de color rojo, valores de +60 a -60; b = intensidad de color amarillo, valores de +60 a -60

5. CONCLUSIONES

Las canales de cerdo de la planta, provenientes de la unidad de cerdos de Zamorano, presentan características de la carne normal.

Todos los encastes estudiados presentaron características de carne normal.

No se encontró incidencia de PSE ni DFD, en las canales evaluadas durante este estudio.

6. RECOMENDACIONES

Realizar el mismo estudio incluyendo razas puras para observar el posible efecto de estas en las variables evaluadas.

Realizar un análisis sensorial con respecto al color para determinar la aceptación de color del consumidor.

Realizar el mismo estudio incluyendo la variable del estrés.

7. BIBLIOGRAFÍA

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

AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). 2005. *Official Methods of Analysis of the AOAC International*. 18th ed. Maryland. USA.

Bonelli, A. y Schifferli, R. 2001. Síndrome de estrés porcino. *Archivos de Medicina Veterinaria* 33(2): 125-135.

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

Gamboa, J. Alarcón, A. Grado, A. Rodríguez, F. 2005. Efecto del tiempo entre insensibilizado y desangrado y del tiempo de escaldado sobre las características fisicoquímicas de la carne de cerdo (en línea). Consultado 2 oct. 2006. Disponible en: <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/viencuent/gamboa.htm>

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

Kaufmann, R. y Marsh, B. 1994. Características de calidad del músculo como alimento. *Ciencia de la carne y de los productos Cárnicos*. Editorial Acribia. p. 317 – 336. Zaragoza, España.

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

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

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

Sland HJ. 2002. Evaluación de la carne en la cadena de producción. Acribia. XIII, 333 p. ISBN 8420009946.

Silva, J. Tomic, G. Caviaras, E. Mansilla, A. Oviedo, P. 2005. Estudio de la incidencia del reposo ante *morten* en cerdos y la influencia en el pH, capacidad de retención del agua y color del músculo. Ciencia e Investigación Agraria 32(2): 125-132.

