

**CLASIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE CANALES PORCINAS
EN COLOMBIA: UNA PROPUESTA HACIA LA COMPETITIVIDAD**

**JUAN CARLOS LONDOÑO MESA
CLAUDIA MARÍA VELÁSQUEZ SIERRA
EDWIN ALEXANDER VÉLEZ GUZMÁN**

Monografía para optar al título de Especialista en Gerencia Agropecuaria

**Asesor:
Divier Antonio Agudelo Gómez
Industrial Pecuario, Msc. en Ciencias Animales y estudiante de doctorado en
Ciencias Animales.**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y AGROPECUARIAS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AGROPECUARIA
CALDAS, ANTIOQUIA
2013**

CONTENIDO

	pág.
LISTA DE TABLAS	5
LISTA DE FIGURAS	6
GLOSARIO	8
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
1. JUSTIFICACIÓN	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. OBJETIVO GENERAL	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS	16
4. CLASIFICACIÓN DE CANALES BAJO PARÁMETROS DE CALIDAD	17
5. MÉTODOS PARA CLASIFICACIÓN	21
5.1 MANUALES	21
5.1.1 REGLA:	21
5.1.2 PLANTILLAS	23
5.1.3 METRO	23

5.2	ÓPTICOS	24
5.2.1	INTROSCOPIO	24
5.3	REFLECTANCIA	26
5.3.1	FAT'O'METER (FOM)	27
5.3.2	HENNESSY GRADING PROBE	28
5.3.3	CLASSEMENT GRAS MAIGRE (CGM)	28
5.3.4	OTROS	29
5.4	ULTRASONIDO	29
5.4.1	ULTRAFOM	30
5.4.2	AUTOFOM	31
5.4.3	ULTRAMETER	33
5.5	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	33
5.6	OTROS	35
5.6.1	VSC2000 (e+v) Y AUTOVISIÓN (SFK)	35
5.6.2	RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR	36
5.6.3	TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA	36
6.	SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN EN PAÍSES DE INTERÉS	38
6.1.	ESTADOS UNIDOS	38
6.2.	CANADÁ	42
6.3.	CHILE	45

6.4. UNIÓN EUROPEA	47
7. AVANCE DE LA CLASIFICACIÓN DE CANALES EN COLOMBIA	50
7.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR	50
7.2 VALORACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE CANALES EN COLOMBIA	55
7.2.1 AÑO 1993	55
7.2.2 AÑO 1998	55
7.2.3 AÑO 2000	57
7.2.4 AÑO 2003	58
7.2.5 AÑO 2012	60
8. VISIÓN GERENCIAL DEL SECTOR PORCINO HACIA LA COMPETITIVIDAD	65
CONCLUSIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	72

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Resumen del tipo de precio reportado diariamente por AMS	39
Tabla 2. Ecuaciones utilizadas en Estados Unidos	40
Tabla 3. Matriz de pago del Servicio de Noticias del Mercado USDA. Diciembre de 2012	13 41
Tabla 4. Cambios en la forma de pago en Estados Unidos	41
Tabla 5. Secuencia cronológica de los principales acontecimientos de la clasificación de la canal de cerdo canadiense (1968-1996)	45
Tabla 6 Mediciones de grasa, profundidad de lomo y rendimiento de canales chilenas	47
Tabla 7. Clasificación EUROP	48
Tabla 8. Resumen resultados evaluación en 1998	56
Tabla 9. Tabla de pago propuesta en 1998	58
Tabla 10. Ecuaciones para la predicción del contenido de magro total en la canal porcina, resultados finales	60
Tabla 11: Ecuaciones de magro definidas para Colombia en 2012	63

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Medición con regla	22
Figura 2. Regla implementada en Francia	23
Figura 3. Plantillas utilizadas para medir ojo del lomo	23
Figura 4. Medición de la longitud de la canal con metro	24
Figura 5. Introscopio, medición y repuestos	25
Figura 6. Medición correcta e incorrecta con introscopio	26
Figura 7. Esquema de reflectancia	26
Figura 8. Imágenes del Fat'O'Meter	27
Figura 9. Imágenes del Hennessy Grading Probe	28
Figura 10. Imágenes del CGM	29
Figura 11. Imágenes del ultrasonido	30
Figura 12. Medición con instrumentos de ultrasonido	30
Figura 13. Imágenes del Ultrafom	31
Figura 14. Imágenes del Autofom	32
Figura 15. Imagen del Ultrameter	33
Figura 16: Imagen del TOBEC	34
Figura 17. Imágenes del VCS2000	36
Figura 18. Imágenes de una tomografía	37
Figura 19. Beneficio porcino entre los años 2001 y 2011	51

Figura 20. Producción de carne de cerdo en Colombia entre los años 2000 y 2011	51
Figura 21. Consumo per cápita de carne de cerdo en Colombia entre los años 2001 y 2011	52
Figura 22. Consumo per cápita de carne de cerdo por departamentos en Colombia	53
Figura 23. Puntos de medición para las nuevas ecuaciones	62

GLOSARIO

CALIDAD: propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor¹.

CANAL: res muerta y abierta, sin las vísceras y demás despojos².

COMPETITIVIDAD: capacidad que tiene una empresa o país de obtener rentabilidad en el mercado en relación a sus competidores. La competitividad de una nación se define como el grado en el que un país puede producir bienes y servicios capaces de competir exitosamente en mercados globalizados y a la vez mejorar las condiciones de ingreso y calidad de vida de su población. La competitividad es el resultado de la interacción de múltiples factores relacionados con las condiciones que enfrenta la actividad empresarial y que condicionan su desempeño, tales como infraestructura, recursos humanos, ciencia y tecnología, instituciones, entorno macroeconómico, y productividad^{3 4 5 6}.

CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social⁷.

DISECCIÓN: consiste en la completa separación de los tejidos: grasa, músculo, tejidos conectivos y huesos de una canal⁸.

ESCALDADO: introducir un producto alimentario en agua hirviendo⁹. Es el proceso de exposición del cuerpo del porcino a agua caliente o vapor de agua, con

¹ CANAL. [en línea] <http://lema.rae.es/drae/> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

²CALIDAD. [en línea] <http://lema.rae.es/drae/> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

³ COMPETITIVIDAD. [en línea] <http://es.wikipedia.org/wiki/Competitividad> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

⁴ COMPETITIVIDAD. [en línea] <http://lema.rae.es/drae/> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

⁵ COMPETITIVIDAD. [en línea] <http://www.zonaeconomica.com/definicion/competitividad> [citado el 3 de Diciembre de 2012]

⁶ CONPES. [en línea] <http://www.dnp.gov.co/CONPES.aspx> [citado el 3 de Diciembre de 2012]

⁷ Ibid., p. 8

⁸ DISECCIÓN (DISECAR). [en línea] <http://lema.rae.es/drae/> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

⁹ EGUINOVA, Paola, LABAIRU, Javier y GRANADA, Amaia. Efecto de la genética paterna. Navarra Agraria, 2006, p.57-64

el fin de facilitar la remoción de los pelos en la etapa posterior de pelado sin generar cocción¹⁰.

GRASA DORSAL: es la grasa que se ubica entre la piel y el músculo de un animal, también llamada grasa de cobertura.

MAGRO: se aplica a la carne que no tiene grasa¹¹.

REFLECTANCIA: propiedad de un cuerpo de reflejar la luz¹². Se refiere a la relación entre la potencia electromagnética incidente con respecto a la potencia que es reflejada en una interface; es siempre un número real positivo¹³.

ULTRASONIDO: sonido cuya frecuencia de vibraciones es superior al límite perceptible por el oído humano. Tiene muchas aplicaciones industriales y se emplea en medicina¹⁴. Es una onda acústica o sonora cuya frecuencia está por encima del espectro auditivo del oído humano (aproximadamente 20.000 Hz)¹⁵.

VARA: equivale a la canal de un animal en Chile.

¹⁰ COLOMBIA MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 4282 de 2007. BOGOTÁ, D.C.: El Ministerio, 2007. 70p.

¹¹ MAGRO. [en línea] <<http://es.thefreedictionary.com/magro>> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

¹² REFLECTANCIA. [en línea] <http://lema.rae.es/drae/> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

¹³ REFLECTANCIA. [en línea] <<http://es.wikipedia.org/wiki/Reflectividad>> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

¹⁴ ULTRASONIDO. [en línea] <http://lema.rae.es/drae/> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

¹⁵ ULTRASONIDO. [en línea] <<http://es.wikipedia.org/wiki/Ultrasonido>> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

RESUMEN

Los sistemas de clasificación de canales son un instrumento de apoyo para los diferentes integrantes de la cadena cárnica, particularmente para los productores y distintos agentes dedicados a la transformación y comercialización de carnes, cuyo objetivo es agrupar las canales en diferentes clases basándose en los criterios de calidad. Actualmente en Colombia el pago de los cerdos en el mercado se hace de manera subjetiva, incluso en algunas regiones por apreciación visual; son pocas las empresas que han implementado sistemas de clasificación y pagos de acuerdo a su calidad. La valoración de las canales en Colombia se ha desarrollado en los últimos 20 años, motivados por las características los animales y requerimientos del mercado. Los diferentes países con los cuales Colombia tiene relaciones comerciales, y Tratados de Libre Comercio, cuentan con avances significativos en la valoración, clasificación y pagos por calidad de sus canales. A nivel nacional, ya se cuenta con las bases técnicas para el desarrollo de estos sistemas, falta soporte normativo para su implementación y disposición de los diferentes eslabones de la cadena cárnica para llegar a una metodología estandarizada que permita ser competitivos, realizando pagos por calidad basados en el contenido de magro.

PALABRAS CLAVE: clasificación, canal, cadena cárnica, calidad, valoración, magro.

ABSTRACT

Carcases classification methods are a support tool for the stakeholders of the meat chain, especially for farmers, abattoirs, processors and wholesalers, which aims to group carcasses according to quality criteria. Currently hogs market in Colombia price livestock inaccurately, even in some regions valuation is made visually, few companies have implemented payments based on quality (such as lean content). During the last two decades Colombian hog market has developed carcasses' pricing found on livestock features and foreign markets requirements, due to free trade agreements, consequently assessment, classification and payments according to quality have been enhanced. The country has technical basis for development of those systems, even though, regulatory support is required to implement and arrange in different levels of the meat chain to reach a standardized methodology which allows to be competitive.

KEY WORD: *grading, carcass, pork chain, quality, assessment, lean.*

INTRODUCCIÓN

Según Burson, los rápidos cambios que ha sufrido la industria del cerdo en los últimos años, han dado pie a la realización de cambios en la forma de su comercialización y cómo son valorados. Con base en esto, se han adoptado mediciones que ayudan a valorar mejor la canal del cerdo de acuerdo a su calidad. El valor de la canal del cerdo se compondrá entonces, de un precio base más una bonificación por la calidad de esta. La mayoría de las negociaciones para la comercialización del cerdo se basan en precios que se fijan de acuerdo a la oferta y la demanda; sin embargo esta situación hace que a la larga el negocio sea cuestionable¹⁶.

Los sistemas de clasificación de canales son un instrumento de apoyo para los diferentes integrantes de la cadena cárnica porcícola, particularmente de los productores y de los distintos agentes que intervienen en el ámbito de la producción, la transformación y el consumo de la carne de cerdo, generando mayor transparencia en las transacciones comerciales y en la determinación del precio del producto final.

La clasificación permite separar las canales en clases basándose en uno o varios criterios de calidad. Un buen sistema de clasificación conduce al establecimiento de una valoración diferencial que permite fijar un mecanismo de pago a los productores de cerdo, de acuerdo a la calidad del producto entregado. Este método de pago por calidad ofrece a la industria porcícola un incentivo para mejorar los sistemas de producción, puesto que llegar al mercado con canales de mayor calidad representará mejores ingresos.

La clasificación de canales se ha convertido en la forma de medición, valoración y método de pago para los productores; siendo una forma precisa. Se han desarrollado metodologías, herramientas y tecnologías que han ayudado de forma objetiva a realizar las mediciones del rendimiento y características de la canal. La industria del cerdo ha conseguido aumentar el rendimiento de carne magra a través del tiempo; sin embargo, a la vez las preocupaciones del sector por encontrar carnes pálidas, suaves y exudativas van en aumento.

Actualmente en Colombia el pago de los cerdos en el mercado se hace de manera subjetiva, incluso en algunas regiones por apreciación visual. Por lo anterior, se hace necesario estandarizar un sistema de clasificación y valoración de canales de cerdo con base en criterios de calidad, con el fin de impulsar el sector porcícola local, generando en la industria productora y comercializadora de carne una mayor

¹⁶ BURSON, Dennis. Procedures for Estimating Pork Carcass Composition. En: Facts Pork Quality. National Pork Producers Council and American Meat Science Association. 4p.

competitividad, frente a otros sectores dedicados a la producción de proteína de origen animal y ante sus iguales extranjeros, los cuales están presentes en los mercados nacionales y han desarrollado sus propios sistemas de clasificación de canales.

De acuerdo con el documento CONPES 3439 sobre *“Institucionalidad y principios rectores de política para la competitividad y productividad”* de agosto de 2006¹⁷, la competitividad de una nación se define como el grado en el que un país puede producir bienes y servicios capaces de competir exitosamente en mercados globalizados y a la vez mejorar las condiciones de ingreso y calidad de vida de su población.

El presente trabajo busca proponer que el establecimiento de un sistema de clasificación y valoración de canales porcinos en Colombia se puede concebir como una alternativa generadora de competitividad para el sector. Dicho planteamiento será desarrollado a través de revisión bibliográfica y consultas con expertos.

¹⁷ COMPETITIVIDAD, Op. cit., p. 8

1. JUSTIFICACIÓN

Hoy la industria porcícola colombiana se enfrenta a una situación coyuntural generada principalmente por los Tratados de Libre Comercio establecidos con países como: Chile, Canadá, Estados Unidos y la Unión Europea; los cuales tienen sectores porcícolas muy desarrollados y competitivos a nivel mundial. Esto obliga a los porcicultores nacionales a buscar estrategias que le permitan un mejoramiento de su actividad comercial.

En el país existe material genético de alta calidad, hay representación de varias casas genéticas con alto reconocimiento mundial (Hypor, Newsham, PIC, Topigs, entre otras), se cuenta con alimentos concentrados de alto valor nutricional, además, existe personal capacitado en el manejo de las granjas dedicadas a la producción primaria.

Sin embargo algunas características negativas que aún persisten en nuestra cadena cárnica porcina le restan posibilidades de competitividad al sector. Elementos como el alto porcentaje de producción porcícola tradicional, los altos costos de las materias primas para la elaboración de alimentos concentrados, la falta de trazabilidad a lo largo de la cadena, la percepción negativa del consumo de carne porcina por parte de los consumidores, la falta de alternativas en cortes y presentaciones en la carne de cerdo y un limitado desarrollo de tecnologías innovadoras, entre otros, no permiten una diferenciación y un mejor posicionamiento de los productos de cerdo en el territorio nacional¹⁸.

Bajo este panorama, el sector porcícola nacional necesita desarrollar estrategias que le permitan ser competitivo en un mercado cada vez más exigente, buscando estar en iguales condiciones, en lo que a valoración de productos se refiere, con aquellos países que ya hacen presencia en el ámbito local. Es allí donde cobra importancia generar herramientas en Colombia para darle competitividad al sector y una de ellas es la clasificación y valoración de la calidad de las canales porcinas, de forma objetiva y estandarizada.

El objetivo final de cada porcicultor debe ser el de producir la mayor cantidad de carne de cerdo de óptima calidad para el consumo humano en el menor tiempo posible. Sin embargo, este objetivo estará limitado si no se logra generar un valor comercial más atractivo, basado en la evaluación de características objetivas en las

¹⁸ COLOMBIA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Agenda de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena cárnica porcina. BOGOTÁ, D.C.: El Ministerio, 2011. 200p.

canales, que permitan hacer negociaciones rentables, basadas en datos reales y transparentes, donde todos ganan¹⁹.

¹⁹ BELTRÁN A., Nelson y CASTRO R., Iván. Establecimiento de bases técnicas para un sistema de clasificación de canales porcinos en Antioquia. Santa Fe de Bogotá, 2000, 160p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Describir los sistemas de clasificación y valoración de canales porcinos y proponerlos como herramienta de competitividad para el sector porcino colombiano.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir los sistemas de clasificación de canales que han desarrollado países con alta producción porcícola con influencia en Colombia.

Determinar el avance de Colombia en la clasificación y valoración de canales porcinos.

Relacionar como la implementación de tecnologías, tales como la valoración de canales porcinos, pueden ser consideradas una herramienta de competitividad para el sector porcino nacional.

Proponer lineamientos que se deben tener en cuenta para la implementación de un sistema de clasificación y valoración de canales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo y la ejecución del trabajo se realizaron actividades tales como revisión y descripción de los sistemas de valoración de canales porcinos que han desarrollado países con alta producción de cerdos, en especial, aquellos con los cuales Colombia ha firmado Tratados de Libre Comercio. También se recopiló información que permita determinar el estado actual del país con respecto al tema. Finalmente, de acuerdo a la anterior información, se plantearon algunos lineamientos que permitirán identificar y reconocer a los sistemas de clasificación de canales basados en criterios estandarizados de calidad como una opción de competitividad para el sector. El trabajo fue desarrollado a partir de consulta en fuentes primarias y revisión de literatura.

4. CLASIFICACIÓN DE CANALES BAJO PARÁMETROS DE CALIDAD

A la hora de definir la calidad de la carne, las apreciaciones cambian con ligeros matices según la perspectiva de los distintos eslabones de la cadena que va desde la explotación ganadera hasta la mesa del consumidor. El productor considera cerdos de mayor calidad a los de mayor porcentaje de magro y mejor velocidad de crecimiento mientras que los consumidores, por ejemplo, valoran aspectos como las propiedades sensoriales, la calidad higiénica de la carne y la facilidad de preparación y uso²⁰.

En la cadena agroindustrial porcina, se reconoce actualmente que el criterio de calidad más importante es el contenido de músculo o la proporción de tejido magro. En eso hay una coincidencia entre los distintos sectores porque el consumidor exige carne magra, con menos calorías y colesterol; el industrial quiere que cada kilo de cerdo que paga tenga más músculo y menos grasa y al productor le sale más económico alimentar cerdos para producir carne que para acumular grasa^{21 22}.

Teniendo en cuenta la relación magro/grasa de las canales, se deben desarrollar metodologías que permitan establecer de una forma exacta su contenido de tejido magro lo cual conllevaría a tipificarlas y clasificarlas de acuerdo a criterios de calidad. La tipificación permite agrupar cerdos en clases y compararlas entre sí para que compradores y vendedores alcancen un lenguaje común. También posibilita orientar la producción hacia el tipo de animales que el mercado exige; un buen sistema de clasificación conduce a diferencias de precios entre las clases que se reflejan en los ingresos que pueden obtener los porcicultores, recompensando a los de mayor calidad y aumentando la competitividad del producto^{23 24}.

²⁰ RKIJO E., EGUINOVA, Paola y LABAIRU, Javier. Como se valora la calidad de la canal y la calidad de la carne, Universo Porcino, 2009. [en línea]. http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/carne_porcina_09_09_como_se_valora_la_calidad_de_la_canal_y_la_calidad_de_la_carne.html [Citado el 28 de Septiembre de 2012]

²¹ DE CARO, A; et al. El contenido de magro de canales porcinas y su relación con variables de calidad y de origen. *En: InVet[online]*. Buenos Aires. Vol. 7, No. 1 (Dic. 2005); p.11-17. ISSN 1668-3498

²² La Tipificación de carnes porcinas por magro en la Argentina. [en línea]. http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/carne_porcina_calidad_de_la_canal_de_cerdo.html [Citado el 25 de octubre de 2012]

²³ *Ibid.*, p. 17

²⁴ DAUMAS, Gérard. Clasificación de las canales porcinas en Francia y en Europa. *En: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA (4: 2001: Francia)*. Memorias del 9o Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura. Francia: 2001. 17p.

En esencia, la determinación del tejido magro de una canal es sencilla, pero laboriosa, consiste en la disección de los tejidos y la completa separación de la grasa, músculo, tejidos conectivos y huesos. Para estimar el tejido magro libre de grasa, lo más fácil es someter a una muestra representativa de los tejidos diseccionados a una determinación de grasa (y proteína) y por diferencia se obtiene el valor de la proteína depositada²⁵. En la revisión de literatura, se hace evidente que hay tres mediciones objetivas de la canal y/o animales vivos que se pueden medir fácilmente y son de importancia significativa en la determinación de los valores de la canal; estos son: espesor de la grasa dorsal; el área del músculo del lomo (*Longissimus dorsi*) y el peso²⁶.

En el siglo pasado, varios métodos se desarrollaron en Europa entre los años 1930 y 1950. La creación de la Comunidad Económica Europea (CEE) permitió adoptar un sistema único en los 6 países fundadores. Este estaba basado en la apreciación visual de la grasa dorsal en un cierto número de posiciones en la línea media de la canal y en la apreciación visual del tipo (conformación), dando una idea de la musculatura. La combinación de estas apreciaciones daba 5 clases de calidad, pero la interpretación de los estándares descriptivos difería notablemente entre países por su alta subjetividad²⁷.

En los sistemas modernos, los criterios subjetivos de evaluación de canales, están siendo remplazados por criterios objetivos, producto de medidas que permiten desarrollar estimativos estadísticos del contenido de carne magra en la canal²⁸. El cambio hacia una clasificación objetiva, apoyada por instrumentos tales como: sondas invasivas manuales y sondas de penetración electrónicas; permiten efectuar las mediciones del espesor de grasa dorsal y la profundidad del músculo *Longissimus dorsi*, con las que se estima el contenido de tejido magro de las canales porcinas²⁹.

En términos generales, la metodología consiste en medir los espesores de la grasa dorsal y del músculo *Longissimus dorsi* de los animales en la línea de

²⁵ Curvas de crecimiento: Su estimación e importancia en la nutrición. Portal Veterinario ALBEITAR, 2001. [en línea]. <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3328/ARTICULOS-PORCINO-ARCHIVO/Curvas-de-crecimiento:-Su-estimación-e-importancia-en-la-nutrición.html> [Citado el 13 de Septiembre de 2012]

²⁶ DELL, Allen. Automated Grading of Beef and Pork Carcasses, Reciprocal Meat. Estados Unidos. En: Conference Proceedings, Volume 37, (1984); p.5.

²⁷ DAUMAS, Op. Cit., p. 17

²⁸ AMADOR GÓMEZ, Ignacio. Sistema de clasificación y pago por calidad de canales porcinas en Colombia. Bogotá: ICTA, 1999. 20p.

²⁹ DE CARO, Op. cit., p. 17

sacrificio mediante un instrumento. Con esos datos medidos en milímetros y aplicando una ecuación de predicción, se estima el contenido de tejido magro (o contenido de músculo) expresado en porcentaje del peso del animal sin necesidad de despostarla³⁰. La aplicación de métodos matemáticos de predicción se convierte en una alternativa práctica y económica, que permite aproximarse con bastante certeza al peso de la masa de tejido magro contenido en las canales³¹.

En países como Estados Unidos, Canadá, la Unión Europea y algunos de América Latina como México y Argentina, se han establecido a través de políticas públicas la adopción de sistemas de clasificación y pagos por calidad de las canales porcinas. La aplicación de la clasificación en todas las plantas de beneficio, redundante en una mayor transparencia de las transacciones comerciales y en el mecanismo de formación del precio de la carne, que pretende como fin último que las canales con mejor conformación obtengan un mayor precio actuando así, como incentivo para la producción de canales de gran calidad³².

La evaluación de la proporción de tejido magro es utilizada en numerosos países, dado que constituye el criterio más importante vinculado con la determinación de la calidad de la canal. Por tanto, uno de los principales objetivos de la tipificación por contenido de magro es lograr mayor transparencia del mercado y asegurar al productor un justo pago en función de la calidad de sus animales. La implementación de sistemas objetivos, asegura la valoración de las canales según su porcentaje de magro y establece precios medios utilizados como referencia, bonificaciones y castigos para incentivar a las empresas a producir canales con mayor contenido de músculo^{33 34}.

En Europa, cada país ha generado un modelo de clasificación y pesaje adecuado a las características de su sector productor e industrial, así como a los requisitos legales particulares³⁵. Un sistema de clasificación de canales porcinas orientará al

³⁰ LA TIPIFICACIÓN DE CARNES, Op. cit., p. 17

³¹ CURVAS DE CRECIMIENTO, Op. cit., p. 18

³² MADRID. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO. La Clasificación de Canales de vacuno pesado, base legislativa y manual gráfico. RD 225/2008, de 15 de febrero, por el que se completa la Aplicación del modelo comunitario de clasificación de las canales de vacuno pesado y se regula el registro de los precios de mercado. Madrid: El ministerio, 2008. 55p

³³ Bases per a la definició d'un sistema de pesatge i classificació de canals porcines. Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. 2005. p.76-82.

³⁴ DE CARO, Op. cit., p. 17

³⁵ Ibid., p. 19

productor en los aspectos de sus sistemas de producción desde el punto de vista de la elección de su genética, peso ideal para sacrificio y cliente para su producto³⁶.

³⁶ AMADOR GÓMEZ, Op. cit., p. 18

5. MÉTODOS PARA CLASIFICACIÓN

Ha transcurrido medio siglo de investigación y desarrollo en la calificación y clasificación de canales porcinos; utilizando diferentes métodos y equipos, los que se clasifican según su principio de operación en: manuales, ópticos, reflectancia, ultrasonido, conductividad eléctrica, entre otros.

5.1 MANUALES:

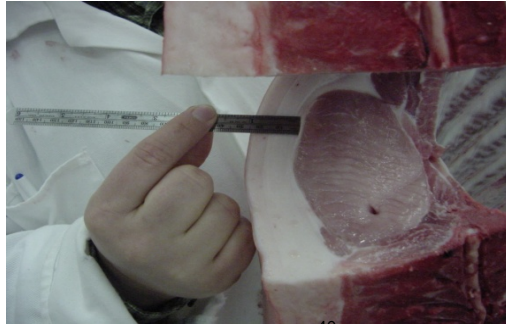
5.1.1 REGLA: Mide el espesor de grasa dorsal sobre la línea media de la canal y con base en esta se predice la cantidad de magro en la canal³⁷; es bastante imprecisa según Diestre et al, 1985³⁸, ya que es difícil hacer un corte exacto por la línea media de la canal, dando una valoración subjetiva de esta; además ellos encontraron que es más precisa la medición de la grasa subcutánea en el lomo³⁹.

³⁷ GISPERT, Marina, et al. El AUTOFOM: nuevo equipo de clasificación de canales aprobado para España. En: Eurocarne, Nº 10, (octubre 2002); p.1-5.

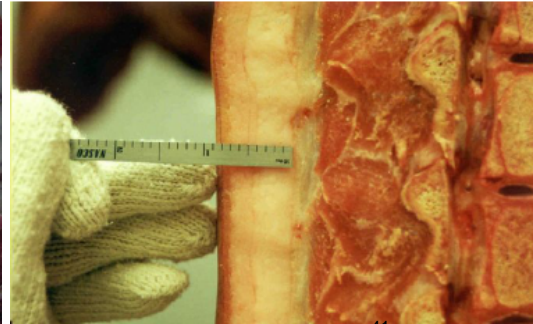
³⁸ DIESTRE, Alejandro y KEMPSTER, J. The estimation of pig carcass composition from different measurements with special reference to classification and grading. En: Animal Production, 41, 1985, p.383-391.

³⁹ Ibid., p. 21

Figura 1. Medición del espesor de la grasa dorsal con regla.



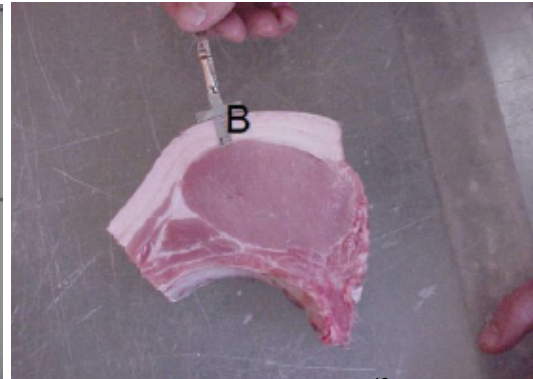
Fuente: tomado de Pringle⁴⁰



Fuente: tomado de Carr, et al.⁴¹



Fuente: tomado de Gispert⁴²



Fuente: tomado de Carr, et al.⁴³

En Francia, se concibió un método manual para las plantas de beneficio que sacrifican menos de 200 cerdos por semana o en caso de avería del aparato electrónico. Se toman 2 medidas en la línea media con una regla creada por ellos (Figura 2):

- El espesor mínimo de grasa sobre el músculo *Gluteus medius* (G),
- El espesor mínimo del músculo lumbar (M)⁴⁴.

⁴⁰ PRINGLE, Dean. Pork Carcass Grading. Animal and Dairy Science, University of Georgia. [Presentación power point] Diapositivas, 1-16.

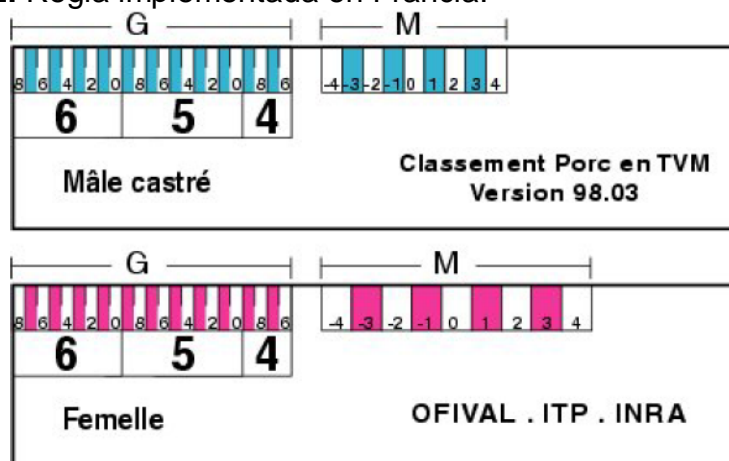
⁴¹ CARR, Chad, JOHNSON, Dwain, and SHUFFITT, Mark. Ultrasound and Carcass Merit of Youth Market Hogs. En: AN252, IFAS Extension, University of Florida, octubre 2010. p.1-5.

⁴² GISPERT, Marina. Pig Carcass Grading. IRTA-CTC. Monells. [Presentación power point]. 39 diapositivas

⁴³ Ibid., p. 21

⁴⁴ DAUMAS, Op. cit., p. 17

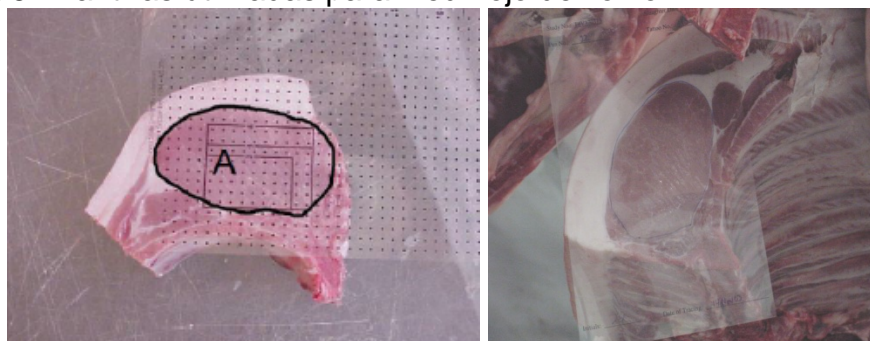
Figura 2. Regla implementada en Francia.



Fuente: tomado de Daumas⁴⁵

5.1.2 PLANTILLAS: para la medición del área del ojo del lomo; cuando se hace el corte del lomo a nivel de la décima costilla con el fin de medir su área; medida utilizada en algunas de las ecuaciones, su principal desventaja que daña el lomo, siendo este uno de los cortes de mayor valor económico.

Figura 3. Plantillas utilizadas para medir ojo del lomo.



Fuente: tomado de Carr et al.⁴⁶

Fuente: tomado de Pringle⁴⁷

5.1.3 METRO: sistema simple para medir la longitud de la canal, el cual ya no es muy utilizado.

⁴⁵ Ibid., p. 17

⁴⁶ CARR, JOHNSON y SHUFFITT, Op. cit., p. 21

⁴⁷ PRINGLE, Op. cit., p. 21

Figura 4. Medición de la longitud de la canal con metro.



Fuente: Griffin⁴⁸

5.2 ÓPTICOS:

5.2.1 INTROSCOPIO: es manual y óptico. Permite una medición y lectura manual de los milímetros (mm) del espesor de grasa en las canales, medido en el punto P₂; puede medir espesores de grasa dorsal entre 3-45 mm. Técnicamente consiste en una sonda óptica con punta de lanza que se introduce en el punto de medición P₂ (ubicado a 6.5-7 cm de la línea media en la última costilla) permitiendo que el operario pueda observar en el lugar de medición la grasa dorsal (color blanco) y la carne (color rosado). En este sistema de observación interna de la canal, la sonda óptica probadora tiene adaptada una regla milimetrada que permite medir el espesor de la grasa dorsal de forma visual por parte del operario en la línea de sacrificio⁴⁹.

⁴⁸ GRIFFIN, David. Pork Carcass Lean Value Pricing. [Presentación power point]. Texas A & M University. 43 diapositivas.

⁴⁹ INFOPORCINOS. Los parámetros técnicos. [en línea] <<http://www.infoporcinos.com/Medicion.aspx>> [Citado el 25 de Septiembre de 2012]

Figura 5. IntroscoPIO, medición y repuestos.



Fuente: tomado de <http://www.mlcsl.co.uk/equipment/introsopes.asp>⁵⁰.

En el continente europeo, el uso oficial del introscopio como instrumento de medición de grasa dorsal solo es válido, para un volumen entre 50 y 70 animales por jornada/operario, debido a que esta técnica es manual y las observaciones del operario en gran volumen empiezan a presentar errores de lectura por fatiga visual o por causas generadas en la posición del instrumento en la canal, al no ser introducida de forma perpendicular o en el punto de medición indicado, generando mediciones con un alto porcentaje de error y por consiguiente la distorsión de las variables técnicas de una negociación entre el productor y el comercializador. En Colombia, en principio es válido, porque durante mucho tiempo fue la única técnica de medición existente para la grasa dorsal, no reglamentada legalmente por ninguna entidad pública de vigilancia y control, constituyéndose solamente en un dato referente de la negociación y no una norma técnica de aplicación⁵¹.

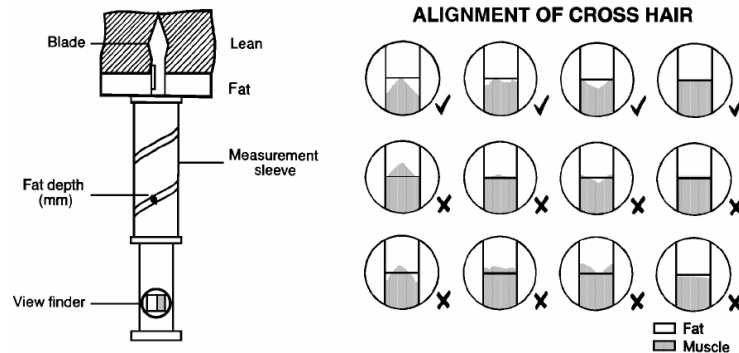
En la siguiente imagen (Figura 6), se puede observar cuando las mediciones son correctas e incorrectas⁵².

⁵⁰ Introsopes, sale and repair service. [en línea] <<http://www.mlcsl.co.uk/equipment/introsopes.asp>> [Citado el 30 de septiembre]

⁵¹ INFOPORCINOS, Op. cit., p. 24

⁵² Advanced Carcase Fat Measurement (ACFM) - Porcine P2 - Participants Workbook. AUS-MEAT® Limited. January, 2000. 26p.

Figura 6. Medición correcta e incorrecta de la grasa dorsal con introscopio.



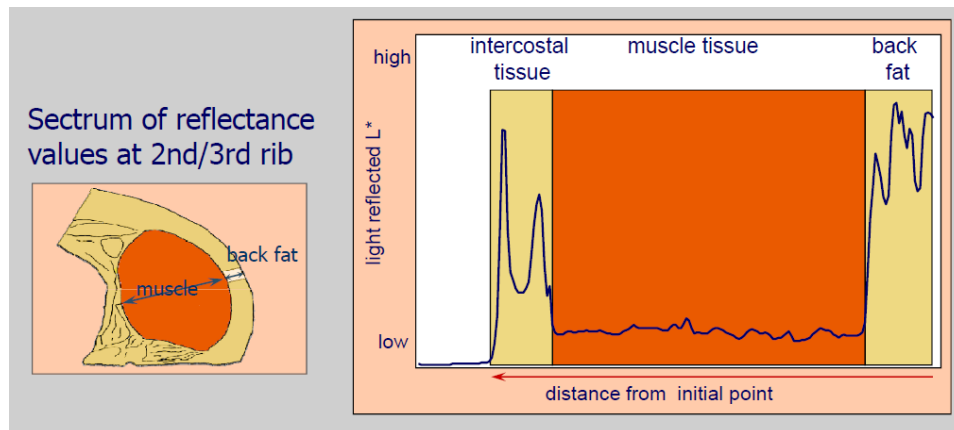
Fuente: tomado de <http://www.mlcsl.co.uk/equipment/introsopes.asp>⁵³

Actualmente está en las siguientes plantas de beneficio del país: Frigoporcinos, Vista Hermosa y Guadalupe.

5.3 REFLECTANCIA:

Son sondas ópticas, las cuales según Mörlein (2008) se basan en el principio de opto electrónica, el cual por emisión de una luz y su reflectancia de acuerdo al color del tejido da una medida; la evaluación de la intensidad de la reflexión se da cada 0.1-0.5 mm según el instrumento utilizado⁵⁴.

Figura 7. Esquema de reflectancia.



Fuente: MÖRLEIN⁵⁵

⁵³ INTROSCOPES, Op. cit. P. 24

⁵⁴ MÖRLEIN, Daniel. Pig carcass grading in Europe. University of Göttingen, Institute of Animal Breeding and Genetics. [Presentación power point] 2008. Diapositivas, 1-31.

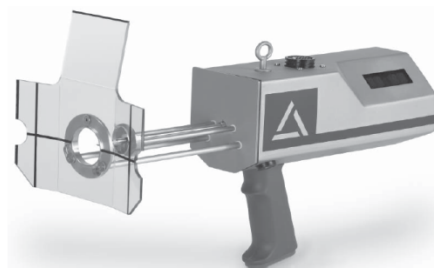
⁵⁵ Ibid., p. 25

Entre los equipos de medición que utilizan la reflectancia los más comunes son:

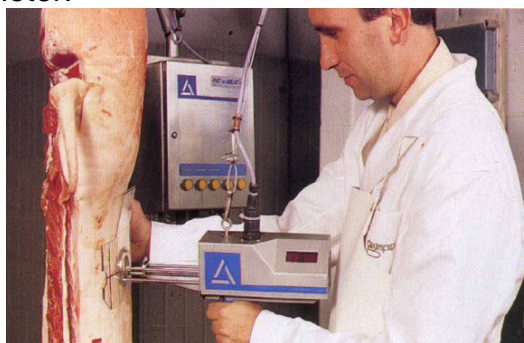
5.3.1 FAT'O'METER (FOM): es un equipo fabricado por la empresa danesa SFK Technology, basado en la reflectancia; mide el grosor de la grasa dorsal y del músculo *Longissimus dorsi* en las canales de cerdo. En diferentes países, donde el sistema está aprobado, también estima el porcentaje de carne magra de la canal a través de la creación de ecuaciones de predicción. Consiste en una sonda de clasificación, un terminal e impresora de registro y mide hasta 1000 canales por hora⁵⁶. Trabaja con la luz en el infrarrojo cercano⁵⁷.

Es reconocido como un estándar de la industria. Hay un nuevo modelo, el Fat'O'Meater II™, el cual es una herramienta de estadística y de diagnóstico que incluye la opción de supervisión remota; se compone únicamente de una sonda y de un nuevo terminal de computador de pantalla táctil i15⁵⁸.

Figura 8. Imágenes del Fat'O'Meter.



Fuente: Carometec^{59 60}



Fuente: tomado de Gispert⁶¹

⁵⁶ CAROMETEC, Food Technology. Fat-O-Meat'er, Clasificación objetiva electrónica de canales de porcino. Manual, 2p

⁵⁷ GIRALDO M., Sergio O. Comercialización con base en el peso en pié, el rendimiento en canal y con desconocimiento del contenido magro: Problemas de la industria porcina. En: SIMPOSIO DE PRODUCTIVIDAD PORCÍCOLA PFIZER SALUD ANIMAL. (7: 2010: Medellín). Memorias de Simposio de productividad porcícola Pfizer Salud Animal. Medellín: Pfizer, 2010. 33p.

⁵⁸ CAROMETEC, Food Technology. El nuevo Fat'O'Meater II, probado, aprobado, fuerte. Manual, 6p.

⁵⁹ Ibid., p. 26

⁶⁰ CAROMETEC, Fat-O-Meat'er, Clasificación objetiva electrónica de canales de porcino. Op. cit., p. 26

⁶¹ GISPERT, Pig Carcass Grading. Op. cit., p. 22

5.3.2 HENNESSY GRADING PROBE: mide el espesor de grasa dorsal, la profundidad de la masa muscular y estima el porcentaje de carne magra; mediante el registro de la profundidad a la que se reflejan los cambios de intensidad de luz causadas por la diferente reflectividad de los tejidos (grasa y músculo). Hay una fuente de luz y un sensor montado en la punta del eje de la sonda, las mediciones de espesor de grasa y músculo son calculados midiendo la distancia de la fuente de luz y el viaje del sensor con respecto a la superficie de la canal. Esta distancia se traduce en una lectura en milímetros de grasa actual y de profundidad del músculo. Las lecturas se dan cuando la sonda está siendo retirada y se guarda automáticamente en un computador⁶²; trabaja con luz en el rango de verde-amarillo⁶³.

Figura 9. Imágenes del Hennessy Grading Probe.



Fuente: <http://www.hennessy-technology.com/index.php?cID=132>⁶⁴

Es el equipo que actualmente tienen más plantas de beneficio en Colombia (Central Ganadera, Planta Faenado Amaga, Súper Cerdo Paisa).

5.3.3 CLASSEMENT GRAS MAIGRE (CGM): este aparato está fabricado y comercializado por la sociedad francesa SYDEL. Se llama CGM lo que significa Capteur Gras Maigre (Sensor de Carne Magra). Es un instrumento de medición electrónica de alta precisión que mide en la canal el espesor de grasa y músculo y los convierte en porcentaje de carne magra. La sonda SYDEL Alta Definición (Patente SYDEL) detecta venas de grasa del orden de una décima de milímetro, efectúa 10.000 mediciones de penetración y de reflectancia por segundo y su desplazamiento es medido con una precisión del orden de 2.5 centésimas de milímetro. Un botón permite

⁶² Advanced Carcase Fat Measurement (ACFM) - Porcine P2 - Participants Workbook. AUS-MEAT® Limited. January, 2000. 26p.

⁶³ GIRALDO, Op. cit., p. 26

⁶⁴ PORK GRADING. [en línea] <<http://www.hennessy-technology.com/index.php?cID=132>> [Citado el 26 de septiembre de 2012]

grabar el sexo. Desde su aparición en el mercado en 1993 es el aparato más utilizado en Francia⁶⁵.

Figura 10. Imágenes del CGM.



Fuente: http://www.es.sydel.com/Produits/control_calidad⁶⁶

Al tomar las medidas, el operario tiene el resultado de las mediciones en la pantalla del sensor. Además, el sensor CGM memoriza las mediciones de 500 cerdos (o las curvas de 50 mediciones). Estos datos se descargan después en un procesador (PC u otros) para tratamiento en diferido o se editan sencillamente en una impresora conectada al CGM^{67 68}.

5.3.4 OTROS: Otros equipos de medición de grasa en canal que utilizan el principio de la reflectancia son el Destron PG100 y el Tecpor PG200, entre otros⁶⁹.

5.4 ULTRASONIDO: se basan en la utilización de ondas acústicas o sonoras cuya frecuencia está por encima del espectro auditivo del oído; las dificultades que se presentan según Mörien (2008) son el control neutral del punto de acoplamiento y los errores de localización de los puntos de medición. Algunos pueden ser utilizados en animales en vivo, lo que cobra valor cuando no es posible tener datos de la canal⁷⁰.

⁶⁵ Censor carne magra. [en línea] <http://www.es.sydel.com/Produits/control_calidad> [Citado el 25 de Septiembre de 2012]

⁶⁶ Ibid., p. 28

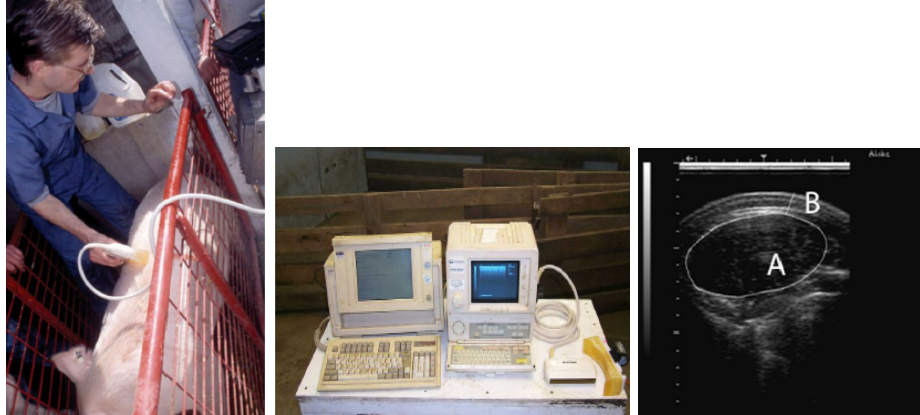
⁶⁷ Ibid., p. 28

⁶⁸ DAUMAS, Op. cit., p. 17

⁶⁹ GIRALDO, Op. cit., p. 26

⁷⁰ CARR, JOHNSON y SHUFFITT, Op. cit., p. 21

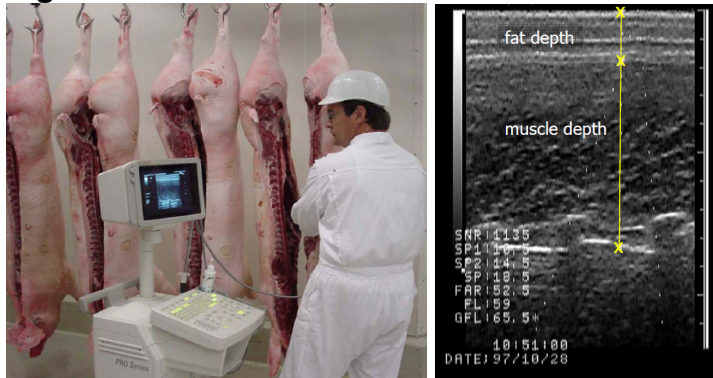
Figura 11. Imágenes del ultrasonido.



Fuente: tomado de Carr et al.⁷¹

Con estos equipos es posible obtener gran cantidad de medidas de toda la canal, además de la predicción del porcentaje de magro de la canal entera, se pueden utilizar los datos obtenidos para predecir la composición de las diferentes piezas del desposte y así optimizar el proceso⁷².

Figura 12. Medición con instrumentos de ultrasonido.



Fuente: MÖRLEIN⁷³

Los más comunes son:

5.4.1 ULTRAFOM: el equipo manual UltraFom 300™ mide el grosor de la grasa y la carne magra en una área de 5 cm utilizando 64 sensores de ultrasonido. Con este se minimiza el riesgo de contaminación microbiológica de una

⁷¹ Ibid., p. 21

⁷² GISPERT, El AUTOFOM: nuevo equipo de clasificación de canales aprobado para España. Op. Cit., p. 21

⁷³ MÖRLEIN, Op. cit., p. 25

canal a otra; además es posible obtener una o incluso dos medidas. Con una medida, la velocidad de la línea puede ser de 800 canales por hora y para dos puntos de medida la velocidad de la línea puede ser entre 400-450 canales por hora. El avanzado programa de este, evalúa todas las medidas y en la pantalla de gran tamaño se puede ver el grosor de grasa y del músculo⁷⁴.

A partir de estas medidas se calcula y coloca en pantalla el porcentaje de magro de la canal. En los países en que se encuentra aprobado, el UltraFom 300™ puede ser la base oficial para el pago a los productores y cumplir las leyes para la exportación. Además de los resultados de clasificación, su uso para medir el grosor de la grasa, por ejemplo: en el jamón, puede ayudar a los programas internos de clasificación. Es un aparato que no tiene partes móviles, por lo tanto es de bajo mantenimiento.

Figura 13. Imágenes del Ultrafom.



Fuente: tomado de Furnols, et al.⁷⁵

En la actualidad trabajan con él en la planta de beneficio Frigocolanta.

5.4.2 AUTOFOM: se basa en un escaneado ultrasónico tridimensional de la canal, es un equipo de clasificación de canales porcinos aprobado en España desde el año 2001 a **través de la decisión 94/337/CE de la Comunidad Europea**, el cual permite obtener una gran cantidad de medidas de toda la canal, por lo que además del porcentaje de magro de la canal entera se pueden utilizar los datos para predecir la composición de los cortes y así optimizar el proceso⁷⁶. Se ubica inmediatamente después

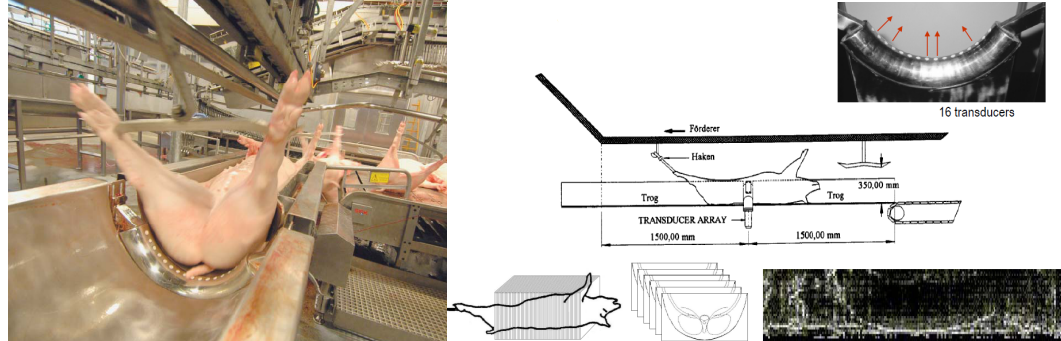
⁷⁴ CAROMETEC, Food Technology. UltraFom 300™, Equipo semiautomático. Manual, 2p

⁷⁵ FURNOLS, Maria Font I y GISPERT, Marina. La clasificación de canales porcinos en España: actualización de fórmulas para el Fat'O'Meater y AutoFOM y calibración del UltraFOM 300 y VCS2000 para el estado español. En: Eurocarne, N° 174, (abril 2009). p.1-8.

⁷⁶ GISPERT, El AUTOFOM: nuevo equipo de clasificación de canales aprobado para España. Op. Cit., p. 21

del escaldado para que pueda hacer las medidas adecuadas, aprovechando que la canal esta mojada y caliente⁷⁷.

Figura 14. Imágenes del Autofom.



Fuente: Carometec⁷⁸

Fuente: MÖRLEIN⁷⁹

El Autofom (SFK Technology, Dinamarca) es un equipo que se integra completamente en la línea de sacrificio y realiza la captura de datos automáticamente, no necesita operario⁸⁰.

Utiliza la tecnología más avanzada de análisis ultrasónico de la imagen para calcular el rendimiento. El sistema ofrece información de la clasificación, por ejemplo, el porcentaje de magro de la canal y la clase (SEUROP); esta clasificación es la que hace Infoporcinos con los animales sacrificados en Central Ganadera, Medellín.

Puede dar el porcentaje de magro de los cuatro cortes primarios (pierna, brazuelo, lomo y tocino carnudo), así como su peso total y el peso de la carne magra de cada uno de ellos; además puede ser configurado para predecir cortes comerciales y datos específicos como el calibre del lomo y el grosor de grasa en la pierna para poder cumplir los requerimientos de los clientes.

Igualmente se puede ampliar con el módulo de predicción para el tocino carnudo. La información del rendimiento permite a la planta de beneficio optimizar la clasificación de los cortes primarios y pagar a los productores

⁷⁷ FURNOLS y GISPERT, Op. cit., p. 31

⁷⁸ CAROMETEC, Food Technology. AutoFom™, Sistema ultrasónico para la clasificación de canales, completamente automático. Manual. 4p.

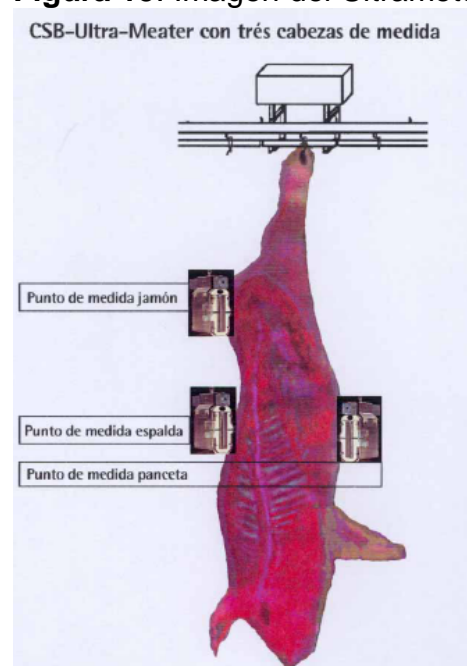
⁷⁹ MÖRLEIN, Op. cit., p. 25

⁸⁰ GISPERT, El AUTOFOM: nuevo equipo de clasificación de canales aprobado para España. Op. Cit., p. 21

de acuerdo con el valor exacto del mercado. Este método, atrae a los mejores cerdos del mercado y potencia la producción de cerdos con un mayor valor.

5.4.3 ULTRAMETER: está fabricado y comercializado por la sociedad alemana CSBSYSTEM, ubicada en Geilenkirchen. Utiliza la ecografía (imágenes de ultrasonidos en dos dimensiones: scan B), también se puede grabar el sexo. Se utiliza un solo sitio de medida entre segunda y tercera costilla contando a partir de la última a 6 cm de la línea media. La trayectoria de los ultrasonidos son perpendiculares a la piel. El programa de análisis de imagen determina el espesor de grasa y la profundidad del músculo⁸¹.

Figura 15. Imagen del Ultrameter.



Fuente: tomado de Gispert⁸²

5.5 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: según Walstra, 1989, citado por Amador⁸³, son sensores anillados situados al final de una sonda que detectan la diferencia de conductividad entre los tejidos y también entre la pared costal y el aire. Según Amador, para la medición de la conductividad eléctrica se utiliza un instrumento llamado EMME (Equipo electrónico para

⁸¹ DAUMAS, Op. Cit., p. 17

⁸² GISPERT, Pig Carcass Grading. Op. cit., p. 22

⁸³ AMADOR GÓMEZ, Op. cit., p. 18

medir el magro), este equipo consta de una sonda electromagnética que tiene una cámara exploradora o túnel de 218 cm de largo, un resorte alargado de alambre de cobre que genera un campo electromagnético, con una corriente de 2.5 MHz.

Las medidas se pueden efectuar a una profundidad de 5-97 mm, los impulsos son captados por una unidad electrónica y un microcomputador, calculando el porcentaje de carne magra a partir de la profundidad de carne y grasa; los más comunes son: KSA (*Kod-Spalk-Automatisk*), TOBEC; las canales deben tener un tamaño pequeño, de lo contrario no se puede utilizar el equipo y SKG II (*Schlachtkorper-Kassifizierungs-Gerat*), permite además la apreciación objetiva de la conformación de la canal⁸⁴.

El TOBEC se basa en el diferencial de conductividad entre el tejido magro y grasa. Las canales se pasan a través de un campo electromagnético y la cantidad de absorción de energía detectada está relacionada con la masa conductora de la canal o cortes de carne. Puesto que la masa libre de grasa es aproximadamente 20 veces más conductora que la grasa, el índice de conductividad está altamente correlacionado con la masa de tejido magro. La exploración electromagnética es por lo tanto una tecnología no invasiva capaz de escanear canales, cortes primarios de carne o cajas⁸⁵.

Figura 16: Imagen del TOBEC.



Fuente: tomado de Griffin⁸⁶

⁸⁴ AMADOR GÓMEZ, Op. cit., p. 18

⁸⁵ JONES, S.D.M. The Canadian Pork Carcass Grading System and the 1992 National Carcass Cut Out. [en línea] <http://www.nsif.com/conferences/1996/jones.htm>. 8p. [Citado el 28 de Noviembre]

⁸⁶ GRIFFIN, Op. cit., p. 23

5.6. OTROS:

5.6.1 VSC2000 (e+v) Y AUTOVISIÓN (SFK): sistemas que se basan en el análisis de la imagen digital que efectúa medidas de espesor de grasa y músculo directamente sobre el corte primario, facilitando información sobre la distribución de la grasa y del magro. Se utiliza en las salas de desposte⁸⁷
⁸⁸.

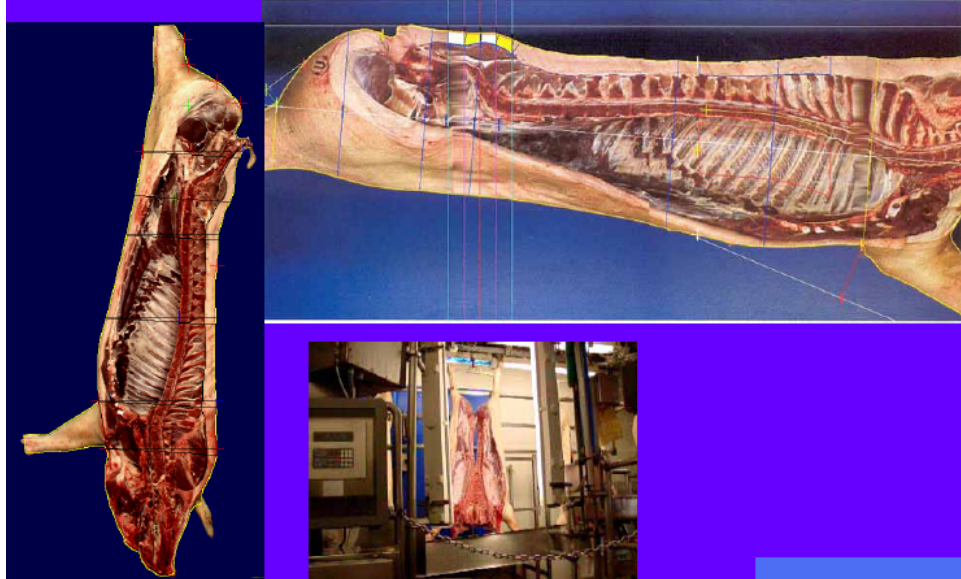
El VSC2000 evalúa medias canales en la línea de sacrificio inmediatamente después de la evisceración y la división de la canal⁸⁹.

⁸⁷ GISPERT, Marina, FURNOLS y María Font I. Equipos para la clasificación de piezas comerciales. [en línea]. http://www.3tres3.com/los-expertos-opinan/equipos-para-la-clasificacion-de-piezas-comerciales_558/ [Citado el 25 de Septiembre de 2012]

⁸⁸ JONES, Op. cit., p. 34

⁸⁹ FURNOLS y GISPERT, Op. cit., p. 31

Figura 17. Imágenes del VCS2000.



Fuente: tomado de Gispert⁹⁰



Fuente: tomado de Furnols et al⁹¹

5.6.2 RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR: en estudio, basada en la creación de campos magnéticos.

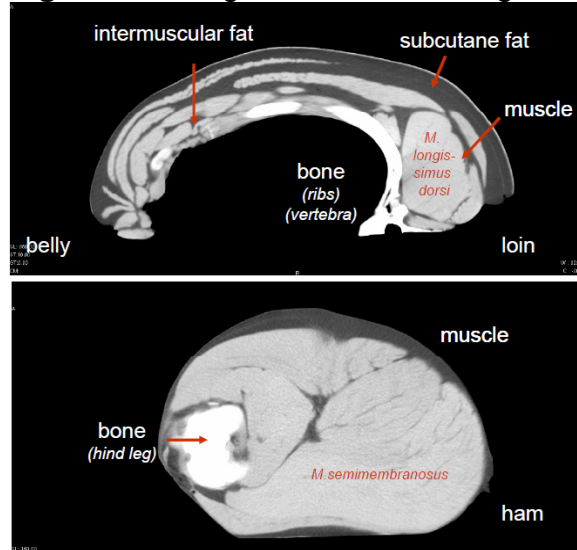
5.6.3 TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA: en estudio, basada en campos eléctricos. Según Mörlein (2008), el tiempo necesario para escanear media canal es de 10-15 minutos; su principio de funcionamiento es la absorción de rayos X causada por la composición de los tejidos del cuerpo, esta

⁹⁰ GISPERT, Pig Carcass Grading. Op. cit., p. 22

⁹¹ FURNOLS y GISPERT, Op. cit., p. 31

absorción se convierte en tonos de gris, siendo diferente para músculo, grasa y hueso⁹².

Figura 18. Imágenes de una tomografía.



Fuente: tomado de MÖRLEIN⁹³

⁹² MÖRLEIN, Op. cit., p. 25

⁹³ Ibid., p. 25

6. SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN EN PAÍSES DE INTERÉS

En los diferentes países con que Colombia tiene relaciones comerciales, especialmente con los que hay Tratados de Libre Comercio, existen diferentes formas de valorar las canales.

6.1. ESTADOS UNIDOS:

La evaluación de la canal se mide tanto por su calidad como por la cantidad de carne magra. En calidad principalmente se evalúa: color, pH, marmóreo y pérdida de agua; para determinar la cantidad de grasa se hacen mediciones de profundidad de grasa dorsal en diferentes puntos de la canal (última vértebra lumbar, última costilla o primera costilla), largo de la canal (desde el borde anterior de la primera costilla a borde anterior del hueso de la cadera) y profundidad o área del lomo⁹⁴.

La calidad de la carne de cerdo se puede determinar por métodos de laboratorio los cuales evalúan aspectos físico-químicos y métodos en la línea de sacrificio y desposte. Esta tecnología se viene desarrollando para mejorar la predicción de la calidad de la carne de cerdo fresca de forma rápida y eficaz.

El mérito de la canal de cerdo es uno de los tres factores generales que afectan la rentabilidad de la industria porcina. Rasgos reproductivos y el rendimiento del crecimiento, son claves económicas en la rentabilidad y la salud de la industria de la carne de cerdo. La mayoría de los empacadores reconocen las diferencias en valor de la canal por producto, el peso de la canal deseada y el porcentaje de magro.

El primer sistema de clasificación de canales fue formulado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en 1918, el cual fue desarrollado con la intervención y cooperación de muchos organismos interesados y agremiaciones del mercado de la época por las necesidades que el mercado estaba presentando. Este sistema ha tenido modificaciones con el paso de los años, fundamentadas principalmente por las necesidades del mercado, incremento en el peso al sacrificio y mejoramiento genético.

Varios métodos son utilizados por la industria para mejorar la productividad y el mérito de la canal, a su vez para darse cuenta de las diferencias de valor en los distintos mercados.

⁹⁴ GONZÁLEZ R., Fredy y OTÁLORA V., Julio. Ecuaciones de predicción de porcentaje de magro en canales porcinas: actualización y nuevas formulas para nuevos instrumentos en el mercado colombiano, sin publicar.

A continuación se describen seis modelos de medición, para establecer las ecuaciones que estiman el porcentaje de magro. Las ecuaciones fueron desarrolladas a partir del corte de la canal por los procedimientos descritos por la American Meat Science Association (AMS) y la National Pork Producers Council (NPPC). Las ecuaciones de estimación de magro, pueden ser expresadas en un porcentaje del peso de la canal. La estandarización del magro es una estimación del peso de la carne magra de la canal⁹⁵.

La forma en que se hace la evaluación de las canales y la predicción de magro ha llevado a desarrollar diferentes metodologías, las cuales dependiendo del equipo utilizado y el estado del animal se observan en la Tabla 2.

Según Schroeder, 2004, más del 75% de los cerdos que se comercializan se venden a través de sistemas de precios fijados por el merito de la canal.

En Estados Unidos el Servicio de Comercialización Agrícola del USDA (AMS) comenzó la notificación obligatoria del precio del cerdo en abril de 2001 bajo la Ley de Ganadería, la que es de notificación obligatoria desde 1999. AMS informa resúmenes diarios de precios de los cerdos comprados y los cerdos sacrificados. En particular, AMS reporta precios de base (y de recuento) para los cerdos comprados a través de cinco diferentes categorías de compra de canales base, las que se observan en la Tabla 1. Además publica la matriz de pago que toma como base una canal de 200 libras y paga premios con la relación existente entre la grasa dorsal medida en pulgadas y el musculo de lomo medido en pulgadas (área del ojo del lomo y profundidad); los valores en el cuerpo de la Tabla 3 corresponde a los precios pagados en dólares de acuerdo a la combinación entre las características anteriormente citadas.

Tabla 1. Resumen del tipo de precio reportado diariamente por AMS

TIPO DE COMPRA	DESCRIPCIÓN
Negociado en efectivo	Canal base negociada en efectivo en el mercado
Fórmula de mercado porcino	Fórmula basada en la cotización de cerdos del USDA o en el precio de la carne de cerdo
Otra fórmula de mercado	Fórmula típicamente basada sobre el magro de los cerdos, precios futuros
Otros contratos de venta	Otros acuerdos, como el costo del alimento, los programas de cría, etc.
Ventas del empacador	Cerdos vendidos a otro empacador

Fuente: tomado de SCHROEDER et al.⁹⁶

⁹⁵ O'ROURKE, Bernie; RUSSELL, Ron y BUEGE, Dennis. Pork Carcass Evaluation. UW-Madison, Department of Animal Sciences. 2005. 2 p.

⁹⁶ SCHROEDER, Ted C. MINTERT, James, y BERG, Eric P. Valuing Market Hogs: Information and Pricing Issues. [en línea]. <www.agmanager.info>. University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Kansas, 2004. 20 p. [Citado el 30 de Octubre de 2012]

Tabla 2. Ecuaciones utilizadas en Estados Unidos.

NOMBRE	ECUACIÓN	CARACTERÍSTICAS	AUTOR
Ecuación de predicción de magro en canales medidas en la décima costilla:	Lb. SFFL* = 23.568 + 0.503 x (P.C.C.) - 21.348 x (E.G.)	Se miden el peso de la canal caliente, el espesor de grasa en la décima costilla y el área del músculo de lomo para poder predecir las libras de grasa estandarizada. El área del músculo del lomo se puede medir con la canal colgada, realizando un corte a través de la columna vertebral entre la décima y onceava costilla, perpendiculares a la columna vertebral; para esto se utilizará una rejilla de plástico o acetato, la cual se colocará directamente sobre el contorno del lomo. El espesor de la grasa (incluye la piel), se mide en la décima costilla, por el lomo, de forma perpendicular. Hay que tener en cuenta que las mediciones de grasa en las canales se les debe aumentar 0.1 pulgadas para la realización del cálculo.	Author: Dr. Dennis Burson, University of Nebraska, 2001 Reviewer: Dr. Eric Berg, University of Missouri, 2001
Ecuación de predicción de magro de canales medidas en la décima costilla con regla:	Lb. SFFL* = 23.568 + 0.503 x (P.C.C.) - 21.348 x (E.G.)	El peso de la canal caliente y el espesor de la grasa se combinan en esta ecuación para poder predecir las libras de grasa estandarizada. El espesor de grasa en la última costilla se determina mediante la medición de la grasa en la línea media (incluye la piel). Hay que tener en cuenta que las mediciones de grasa en las canales se les debe aumentar 0.1 pulgadas para la realización del cálculo.	Author: Dr. Dennis Burson, University of Nebraska, 2001 Reviewer: Dr. Eric Berg, University of Missouri, 2001
Ecuación de predicción de magro de canales medidas con Fat O'Meater:	Lb. SFFL* = 15.31 + 0.51 x (P.C.C.) - 31.277 x (E.G.) + 3.813 x (P.M.L.)	El peso de la canal caliente, el espesor de la grasa en la décima costilla y la profundidad del músculo del lomo, se combinan en esta ecuación para poder predecir las libras de grasa. La grasa y la profundidad del lomo se miden mediante el uso de una sonda de luz que se refleja y determina las diferentes profundidades.	Author: Dr. Dennis Burson, University of Nebraska, 2001 Reviewer: Dr. Eric Berg, University of Missouri, 2001
Ecuación de predicción de magro de canales medidas con ultrasonido (AUS**):	Lb. SFFL* = 6.783 + 0.47 x (P.C.C.) + 4.007 x (P.M.L.) - 15.745 x (G.D.)	El sistema mide el promedio de la grasa y la profundidad del músculo ubicado en la última costilla. La sonda es colocada paralela a la línea media de la canal.	Author: Dr. Dennis Burson, University of Nebraska, 2001 Reviewer: Dr. Eric Berg, University of Missouri, 2001
Ecuación de predicción de magro para cerdos vivos medidos con ultrasonido usando el peso vivo:	Lb. magro = -0.5345 + (0.291 x P.V.) - (16.498 x E.G.) + (5.425 x A.M.L.) + (0.833 x sexo del cerdo)	Para la predicción de las libras de magro se utiliza el sexo del cerdo, dado que el peso vivo del cerdo puede variar dependiendo de este.	Author: Dr. Dennis Burson, University of Nebraska, 2001 Reviewer: Dr. Eric Berg, University of Missouri, 2001
Ecuación de predicción de magro para cerdos vivos medidos con ultrasonido usando el peso en canal	Lb. magro = 5.7769 + (0.401 x P.C.C.) - (18.838 x E.G.) + (4.357 x A.M.L.) + (1.006 x sexo del cerdo)	Procedimiento alternativo con ultrasonido usa el peso de la canal en vez del peso vivo. Proporciona una menor variación en las variables de peso y aumenta la precisión en la predicción.	Author: Dr. Dennis Burson, University of Nebraska, 2001 Reviewer: Dr. Eric Berg, University of Missouri, 2001

Donde:

P.C.C.: peso en canal caliente en Libras.

E.G.: espesor de grasa en la 10ª costilla en pulgadas.

P.M.L.: profundidad del músculo del lomo en pulgadas.

G.D.: grasa dorsal en pulgadas.

P.V.: peso vivo en libras.

A.M.L.: área del músculo lomo costilla 10ª en pulgadas cuadradas.

Sexo: macho castrado=1 y hembra=2

*SFFL: Standardized Fat Free Lean.

**AUS: Animal Ultrasound System.

Fuente: adaptado de Burson⁹⁷

⁹⁷ BURSON, Op. cit., p. 11

Tabla 3. Matriz de pago del Servicio de Noticias del Mercado USDA. Diciembre 13 de 2012.

GRASA DORSAL	AREA DEL OJO DEL LOMO / PROFUNDIDAD (PULGADAS)									
	4.0 / 1.4		5.0 / 1.7		6.0 / 2.0		7.0 / 2.3		8.0 / 2.7	
0.4	68.00	84.50	69.50	85.50	70.50	86.89	71.50	88.41	72.00	89.92
0.5	65.00	84.00	68.00	84.50	70.50	86.50	71.00	87.04	72.00	88.56
0.6	65.00	83.50	68.00	84.00	69.50	85.50	70.50	86.50	71.50	87.19
0.7	65.00	83.00	65.00	83.50	68.00	84.50	70.50	86.50	71.00	85.83
0.8	64.00	82.50	65.00	83.00	68.00	84.00	69.50	85.50	71.00	86.50
0.9	64.00	82.00	65.00	82.50	65.00	83.50	68.00	84.50	70.50	86.50
1.0	62.00	80.00	64.00	82.00	65.00	83.00	68.00	84.00	69.50	85.50
1.1	61.00	78.00	64.00	80.00	65.00	82.50	65.00	83.50	69.50	84.50
1.2	61.00	75.00	62.00	78.00	64.00	82.00	65.00	83.00	68.00	84.00
1.4	57.50	70.00	61.00	75.00	62.00	78.00	64.00	82.00	65.00	83.00

Fuente: tomado de USDA⁹⁸

Según Sosnicki, 2012, los diferentes empacadores de Estados Unidos han cambiado su forma de valorar las canales y en la Tabla 4, se observa su apreciación:

Tabla 4. Cambios en la forma de pago en Estados Unidos.

EMPACADOR	CAMBIO
Tyson Fresh Meats	<ul style="list-style-type: none"> ↑ penalidad en cerdos livianos y menor penalidad en cerdos pesados ↓ premio por carne magra en cerdos livianos
Indiana Packers Corp. (IPC)	<ul style="list-style-type: none"> ↑ rango del peso de la canal caliente en 4.53 kg ↓ tipo de pena para cerdos pesados ↓ factor de premio por carne magra
Farmland/Jonh Morrel	<ul style="list-style-type: none"> ↑ rango del peso de la canal caliente en 6.81 kg ⊖ premios por carne magra
Cargill Meat Solutions (effective December)	<ul style="list-style-type: none"> ↑ rango de peso ↓ premio por carne magra cambia de % a \$
Sioux Preme	<ul style="list-style-type: none"> ↑ rango del peso de la canal caliente en 6.81 kg ↓ clasificación de la canal por encima de 104.42 kg



Disminución



Aumento



Bonificación

Fuente: tomado de Sosnicki⁹⁹

⁹⁸ FURNOLS, Maria Font I y GISPERT, Marina. La clasificación de canales porcinas en España: actualización de fórmulas para el Fat'O'Meater y AutoFOM y calibración del UltraFOM 300 y VCS2000 para el estado español. En: Eurocarne, N° 174, (abril 2009). p.1-8.

⁹⁹ SOSNICKI, Andrzej. "...sobre puntos críticos antes y durante el transporte a beneficio y puntos críticos en plantas de beneficio y desposte, todo dirigido a calidad de la carne ...". [Presentación power point] Medellín: enero 2012. 77 diapositivas

6.2. CANADÁ:

Según Honey (2011), la tendencia hacia la producción de carne más magra y más cerdos de calidad en Canadá se debió principalmente a una clasificación y liquidación de canales que introdujo una norma nacional obligatoria en 1968, con relación al peso y al magro. Dicha clasificación consiste en la medición del espesor de la grasa en la línea media de la canal. Al promedio de las canales se le asigna un índice de 100, las más magras o más gordas que el promedio tienen índices por arriba o por debajo de 100, en función de su valor esperado en cortes. La estimación del valor diario de la carne de cerdo en canal se hace sobre la base de mayor actualidad de precios del mercado de cada parte de la canal. El precio neto de la canal refleja el peso de la canal entera, mientras que el valor del corte representa principalmente los cortes de carne¹⁰⁰.

En 1986, Canadá se convirtió en uno de los primeros países en implementar un sistema de clasificación de canales de cerdo, que emplea la tecnología de sonda electrónica y valora las canales sobre la base de mediciones objetivas de la grasa y el contenido muscular. La sonda electrónica dio como resultado mejorar la precisión de la clasificación y reducción de la variabilidad de la canal de cerdo¹⁰¹.

Más recientemente, ha habido una reducción en el número de clases de rendimiento y peso de la matriz del índice nacional, centrándose en cerdos magros con un peso en canal caliente de 75 a 90 kg. Esto proporciona incentivos a los productores de los cerdos para la venta que se encuentran en esa zona central y está alineado con la demanda del consumidor por carne magra de cerdo. El sistema canadiense de índice fue diseñado para reducir la variabilidad en la calidad del cerdo y proporcionar a los productores una señal consistente, cuantitativa sobre las características preferidas en el mercado cambiante. Aunque totalmente objetiva, se ve influenciado por las necesidades del mercado doméstico y la demanda de los clientes de exportación. Como ha aumentado la variedad de necesidades de los clientes, se han introducido variaciones en la red nacional de las provincias y las plantas de beneficio¹⁰².

Las mediciones usando el Hennessy Grading Probe (HGP) han proporcionado una mayor predicción al momento de realizar las mediciones de grasa y profundidad del lomo, dando un mayor valor a la canal comercial y a sus respectivos cortes,

¹⁰⁰ Farm Credit Canada, Advancing the business of agriculture. Pork Facts. [en línea] <http://www.fcc-fac.ca/en/learningcentre/knowledge/doc/pork_facts_e.pdf>. Junio 2011, 8p. [Citado el 28 de Noviembre de 2012]

¹⁰¹ HONEY, Janet. Manitoba pig and pork industry 2010. Department of Agribusiness and Agricultural Economics, University of Manitoba. April 2011. 17p.

¹⁰² Ibid., p. 49

esto comparado con mediciones similares realizadas con el Real-time Ultrasound (AEC)¹⁰³.

En 1992, la industria de la carne de cerdo canadiense y el Departamento de Agricultura y Agroalimentación de Canadá completaron el proyecto nacional de cortes de la canal de cerdo para determinar el rendimiento promedio de la canal y sus cortes. Los resultados se compararon con un proyecto similar anterior que tuvo lugar en 1978, con la intención de medir los cambios que habían ocurrido en la canal de cerdo canadiense en los quince años transcurridos. El estudio del año 1992 indica que en promedio una canal de cerdo de Canadá tiene la siguiente composición expresada en porcentaje del rendimiento del peso total (suma de pierna, lomo, cabeza de lomo, paleta picnic, las costillas y el tocino carnudo)¹⁰⁴:

- Rendimiento de la pierna 27.56%
- Rendimiento del lomo 24.70%
- Rendimiento de la cabeza de lomo 12.63%
- Rendimiento de la paleta picnic 11.33%
- Rendimiento de las costillas (flancos) 4.83%
- Rendimiento de la panceta 18.95%

En ese mismo año, se encontró que las canales tuvieron un rendimiento de carne magra mayor entre 6-7% en comparación con las canales en 1978. Esta diferencia la explican tanto el mejoramiento genético como las diferencias entre el procedimiento de corte de la canal entre 1978 y 1992. Sin embargo, se estima que al menos el 50% de la diferencia se puede atribuir a la mejora genética¹⁰⁵.

Una nueva definición del rendimiento magro se implementó en enero de 1995 y se expresa en términos de porcentaje del peso por canal (cercana de la definición utilizada en Europa). Con esa nueva definición, el promedio de rendimiento magro es de 59.76%.

¹⁰³ SATHERL, A. P., et al. The prediction of pork carcass composition using the Hennessy Grading Probe and the Aloka SSD-210DXII Echo Camera. [en línea] Canada Journal Animal Science. Vol 71, (Dec 1991), p.993-1000

¹⁰⁴ Rendimiento de la carne. <<http://www.canadapork.com/es/informacion-sobre-la-industria/rendimiento-de-la-carne>> [Citado el 17 de Noviembre de 2012]

¹⁰⁵ Ibid., p. 42

La nueva definición canadiense de rendimiento magro se expresa en la siguiente ecuación:

$$\% R. M. = [DF \times \text{pierna} + \text{lomo deshuesado} + BDF \text{ cabeza de lomo} + BDF \text{ paleta picnic} + \text{panceta sin piel} + \text{costilla}] / [\text{peso del lado de la canal}]$$

Donde:

R.M.: rendimiento de magro en porcentaje

BDF: sin hueso y sin grasa (por sus siglas en inglés Boneless De Fatted).

Desde el año 1992, el peso de la canal se ha incrementado en 5 Kg. (cerca de 10 Kg. en algunas regiones), por lo tanto la ecuación anterior ha sido objeto de un nuevo estudio; en la cual se comparó el rendimiento estimado a partir de los equipos de medición HGP2 y PG-100, basándose en la ecuación anterior¹⁰⁶.

En 1996, la clasificación de la canal del cerdo se privatizó, dado que el Departamento de Agricultura y Agroalimentación de Canadá decidió renunciar a su programa de evaluación. En el año de 1997, las cuatro grandes procesadoras de la inspección federal en Manitoba y Manitoba Pork Council fundaron a MHGI (Manitoba Hog Grading Inc.) para prestar el servicio de clasificación de canales de cerdo. Se eligió una junta directiva entre los miembros de MHGI, donde había igual representación de los productores y los procesadores^{107 108}.

Según Jones (1996) en la Tabla 5, se representa la evolución de la clasificación de canales en Canadá:

¹⁰⁶ GISPERT, Marina y DIESTRE, Alejandro. Consideraciones sobre la clasificación de canales porcinos en España. En: Eurocarne, N° 83, (enero-febrero, 2000); p.1-6.

¹⁰⁷ Clasificación canales en Canadá. [en línea] <http://manitobapork.com/manitoba_hog_grading_inc.aspx> [Citado el 30 de Noviembre de 2012]

¹⁰⁸ HONEY, Op. cit., p. 41

Tabla 5. Secuencia cronológica de los principales acontecimientos de la clasificación de la canal de cerdo canadiense (1968-1996)

1968	Se introduce sistema de índice usando una regla para medir la grasa dorsal en la línea media de la espalda y el lomo. El promedio de las canales fue dado índice de 100
1982	El sistema fue modificado, con una sola medición de grasa (lomo)
1986	Se introduce la clasificación electrónica de la canal. Obligatorio para las plantas faenadoras > 1000 cerdos por semana. Dos sondas se aprobaron (Hennessey Grading Probe y Destron PG-100). Medición de grasa y magro registrado entre las últimas costillas 3/4th a 7 cm de la línea media de la canal
1995	Se introducen nuevas ecuaciones de predicción para predecir el contenido de magro en la canal
1996	Clasificación de la canal de cerdo privatizada y ya no es una responsabilidad federal

Fuente: tomado de Jones¹⁰⁹

Según Pomar et al (2012)¹¹⁰, en Canadá existen dos sondas electrónicas aprobadas, el Destron y el Hennessey; dando diferencias significativas en el rendimiento de magro estimado, siendo el magro predicho con Destron inferior al Hennessey; originando a la vez un índice diferente, los que aumentan al aumentar la cantidad de magro; lo anterior genera un pago no equitativo y justo de las canales; por lo que ellos recomiendan estar revisando de manera constante las ecuaciones y utilizar un solo método de clasificación, con un solo tipo de sonda electrónica, una única ecuación y una sola técnica de palpación, para que se cumpla con el objetivo de un pago justo y un valor real de los cerdos a los productores. Además proponen utilizar un método de referencia, el cual puede ser el del rendimiento en carne magra a través de la disección de la canal; como en los estudios citados.

6.3. CHILE

La Ley de carnes (Ley No. 19.162 de 1992¹¹¹, publicada en el Diario Oficial el 7 de septiembre de ese año), entró en vigencia en enero del año 1994. Establece el

¹⁰⁹ JONES, Op. cit., p. 34

¹¹⁰ OMAR, C., y MARCOUX, M. Comparing the Canadian pork lean yields and grading indexes predicted from grading methods based on Destron and Hennessey probe measurements. [en línea]. En: Canadian Journal Animal Science, octubre 10 de 2012. P.451-458 [Citado el 30 de Noviembre de 2012]

¹¹¹ CHILE. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Ley 19.162. (7, septiembre, 1992). Establece Sistema Obligatorio de Clasificación de Ganado, Tipificación y Nomenclatura de sus Carnes y Regula Funcionamiento de Mataderos, Frigoríficos y Establecimientos de la Industria de la Carne. Diario Oficial. Santiago de Chile: El Ministerio, 1992. no. 294. 4p.

sistema obligatorio de clasificación de ganado, tipificación y nomenclatura de sus carnes y regula el funcionamiento de plantas de beneficio, frigoríficos y establecimientos de la industria de la carne. Posteriormente, en junio de 2009, se firmó la modificación, Ley No. 20.358, que establece, además, el sistema de trazabilidad del ganado y de la carne.

Los objetivos de la Ley de Carnes se centran en:

- Regular todos los eslabones de la cadena de la carne que incidan en la calidad final del producto que llega al consumidor.
- Mejorar la transparencia en la comercialización de las carnes.

Para aplicar lo establecido por la Ley y lograr sus objetivos, se han elaborado reglamentos y normas técnicas que regulan las siguientes:

- Industria cárnica, plantas de beneficio y frigoríficos.
- Establecimientos o industrias que, en cualquier forma o circunstancia, procesen, desposten o manipulen carne para la venta al por mayor y al detalle.
- Medios de transporte de ganado y carne.
- Refrigeración de las carnes.
- Clasificación del ganado mayor y menor, tipificación de sus canales, el desposte y la denominación de los cortes básicos, según las normas contenidas en el reglamento respectivo.

Según Roberto Molinari, empleado de PIC Andina en Chile, en este país no pagan por calidad de canal; para el pago solo consideran el peso del animal en vivo y su relación con la canal caliente.

Algunos resultados de evaluaciones suministradas por la misma persona, de animales sacrificados entre agosto y septiembre de este año se ven en la Tabla 6; las mediciones son hechas con Fat'O'Meater y no se conoce la ecuación utilizada:

Tabla 6. Mediciones de grasa, profundidad de lomo y rendimiento de canales chilenas.

PRODUCTOR	TOTAL VARAS	PROMEDIO PESO VARA, Kg	PROMEDIO GRASA MM FOM	PROMEDIO MUSCULO MM FOM	PROMEDIO % RENDIMIENTO
1	28	54.74	11.29	37.3	56.48
2	1212	100.14	15.02	57.68	55.68
3	3286	89.88	14.83	53.86	55.45
4	662	80.05	14.17	47.8	55.34
5	2028	94.3	15.26	54.83	55.21
6	4465	85.86	14.67	50.1	55.19
7	525	74.76	15.01	46.67	54.59
8	1269	86.15	16.2	54.79	54.5
9	2632	98.52	16.52	55.34	54.3
10	681	93.18	16.54	55.01	54.26
11	2305	95.45	17.4	55.28	53.63
12	2496	97.99	17.74	57.44	53.59
13	1911	96.2	17.67	56.03	53.5
14	1799	95.22	19	55.83	52.47
15	32	107.34	36.38	35.31	37.21

Fuente: información personal de Molinari¹¹²

6.4. UNIÓN EUROPEA

Los esquemas de clasificación de las canales son actualmente una herramienta básica para el sector productivo y la administración, ya que permiten contar con regulación y sistemas de pago en las operaciones comerciales. La necesidad de aplicar métodos de descripción de las canales surgió en los países exportadores de carne, en especial del comercio intercontinental¹¹³.

El objetivo de la clasificación es agrupar las canales en grupos o clases basándose en uno o varios criterios de calidad; de esta forma los compradores pueden contar con una herramienta que homogenice los conceptos y comprar aquellas que cumplan sus requerimientos. Esta situación ofrece a los productores la posibilidad de mejorar sus sistemas de producción para llegar al mercado con las canales que estén más cotizadas¹¹⁴.

A continuación se presenta un histórico de la clasificación objetiva (con equipos) en Europa en general: en Europa, cada país ha generado un modelo de

¹¹² MOLINARI, Roberto. Información acerca de la clasificación de canales y pago por calidad en Chile. [Correo electrónico]. Mensajes enviados a Claudia María Velásquez Sierra. Octubre 25 y 26 de 2012. [Citados el 1 de Noviembre de 2012]. Comunicación personal.

¹¹³ FURNOLS, María Font I., et al. Evolución de los sistemas on-line de clasificación de las canales porcinas. En: 1er Congreso Nacional de la Carne. Madrid, 16 y 17 de febrero, 2001. p.25-34.

¹¹⁴ GISPERT, Marina y DIESTRE, Alejandro. Consideraciones sobre la clasificación de canales porcinas en España. En: Eurocarne, N° 83, (enero-febrero, 2000); p.1-6.

clasificación y pesaje adecuado a las características de su sector productor e industrial, así como a los requisitos legales particulares. Para maximizar las garantías, en muchos casos (especialmente cuando se utilizan equipos semiautomáticos de medida) se ha optado por designar un organismo o empresa independiente que se haga cargo de la clasificación y supervisión del pesaje.

Generalmente, dicho servicio está financiado por los productores, que asumen el pago de una cantidad determinada por canal clasificada, que se acostumbra a recaudar a través de la planta de beneficio. Estas organizaciones suelen disponer de sistemas de calidad certificados, que acreditan su correcto uso frente a terceros.

La clasificación objetiva fue introducida en la CEE (Comunidad Económica Europea) en los años 1984/1985. Los reglamentos CEE no 3220/84 y 2967/85 debían entrar en vigencia a partir del 1 de noviembre del 1985 y antes del 31 de diciembre del 1988. El sistema implantado en todos los estados miembros está basado en los siguientes principios:

- Presentación normalizada de las canales;
- identificación individual de las canales y
- utilización de medidas objetivas para predecir el porcentaje de carne magra de referencia.

Este último criterio sirve para otorgar las clases comerciales dentro de intervalos de 5% según las letras EUROP (Tabla 7).

Tabla 7. Clasificación EUROP

CLASES	% DE MAGRO
E	≥ 55
U	50 - 54
R	45 - 49
O	40 - 44
P	< 40

Fuente: tomado de Daumas¹¹⁵

Los Estados miembros que lo desean pueden introducir una clase adicional (S) para 60 y más de magro.

Según estas normativas, el porcentaje de magro estimado se determina por métodos aprobados, los cuales deben cumplir ciertos requisitos estadísticos. La información debe estar basada sobre una muestra representativa de al menos 120

¹¹⁵ DAUMAS, Op. cit., p. 17

canales diseccionadas. Cada uno de los métodos debe predecir el porcentaje de magro con un residual de la desviación típica (RSD) máximo, de 2.5%¹¹⁶.

La clasificación de las canales varía de país a país, pero los principios generales en esencia son los mismos:

- La canal está clasificada de acuerdo a la profundidad de la grasa dorsal en la posición P₂.
- A los productores se les paga de acuerdo al peso de la canal del cerdo y a la profundidad de la grasa en la posición P₂.
- Las canales se clasifican para dar una predicción de la cantidad de carne que podría ser vendida de la misma.

La fórmula utilizada para poder predecir el porcentaje de magro es:

$$\% \text{ de magro} = 58.6 - 0.83 \times G.D. + 0.18 \times P.M.$$

Donde:

G.D.: grasa dorsal en milímetros

P.M.: profundidad del músculo en milímetros

¹¹⁶ BASES PER A, Op. cit., p. 19

7. AVANCE DE LA CLASIFICACIÓN DE CANALES EN COLOMBIA

7.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR

La cadena cárnica porcina, desde el punto de vista productivo y de agronegocio, ha tenido un desarrollo paulatino en los últimos veinticinco años, mediante esfuerzos públicos y privados de productores, transformadores y comercializadores que han impulsado la innovación en herramientas, técnicas y tecnologías, modernización de infraestructura, aumento de la producción y programas de fomento al consumo. Desde 1996, con la creación del Fondo Nacional de la Porcicultura, el desarrollo del sector recibe un importante impulso, permitiendo abordar áreas sensibles como el fomento de la producción porcícola, la erradicación de la Peste Porcina Clásica, el fortalecimiento gremial, la capacitación y el conocimiento y la promoción del consumo, entre otros¹¹⁷.

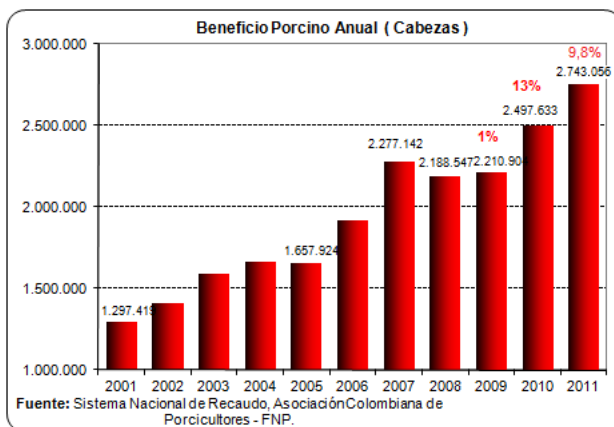
En la actualidad el país cuenta con una población porcina que supera los 4.300.000 animales dentro de los cuales se tienen aproximadamente 137.000 cerdas de cría. Dichos animales se encuentran distribuidos en 197.305 predios localizados principalmente en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca y Valle del Cauca; en donde se concentra cerca del 51% de la población nacional¹¹⁸. Al revisar las estadísticas generadas por la Asociación Colombiana de Porcicultores–Fondo Nacional de la Porcicultura, es posible determinar la tendencia de crecimiento que ha tenido el sector en los últimos años.

En la Figura 19 se aprecia el comportamiento del beneficio de cerdos durante los últimos 10 años.

¹¹⁷ COLOMBIA MINISTERIO, Op. cit., p. 13

¹¹⁸ Censo porcino en Colombia. [en línea] <<http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>> [Citado el 30 de Septiembre de 2012]

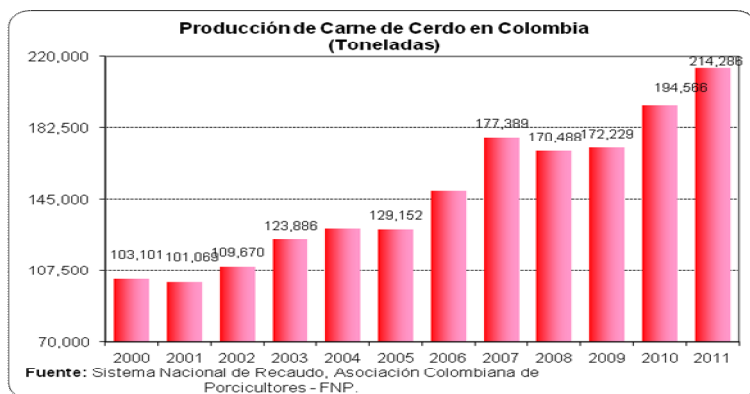
Figura 19. Beneficio porcino entre los años 2001 y 2011.



Fuente: Área Económica, Área de Comercialización y Mercadeo. Análisis de coyuntura del sector porcicultor año 2011¹¹⁹

Uno de los indicadores que permite apreciar el desarrollo del sector porcícola colombiano es el beneficio de animales. De acuerdo con la información del sistema de recaudo de la Asociación Colombiana de Porcicultores–Fondo Nacional de la Porcicultura, el número de cerdos beneficiados formalmente en el año 2011 fue de 2.743.056 cabezas, que representa un crecimiento de 9.8% con relación a las 2.497.633 cabezas registradas en el mismo periodo del año anterior¹²⁰. Este incremento en el beneficio se refleja a su vez en el aumento de la producción de carne de cerdo en los últimos años, la cual se observa en la Figura 20.

Figura 20. Producción de carne de cerdo en Colombia entre los años 2000 y 2011.



Fuente: Área Económica, Área de Comercialización y Mercadeo. Análisis de coyuntura del sector porcicultor año 2011¹²¹

¹¹⁹ Área Económica, Área de Comercialización y Mercadeo. Análisis de coyuntura del sector porcicultor año 2011. En: Porcicultura colombiana. No.162, Febrero de 2012; p.25-36.

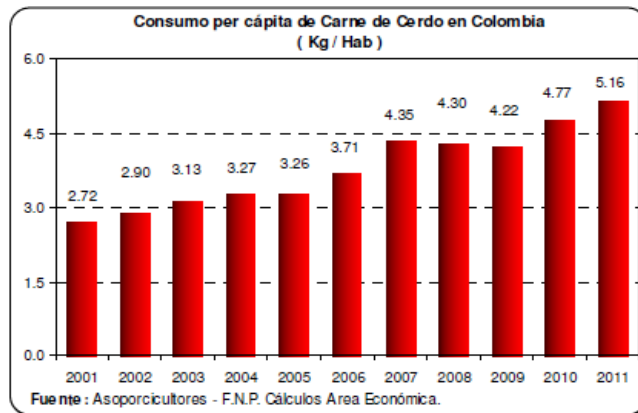
¹²⁰ Ibid., p. 49

¹²¹ Ibid., p. 49

La mayor oferta de carne de cerdo en el mercado, visto a través del aumento de la producción y de las importaciones, hizo que en este año, el consumo per cápita hubiera sobrepasado por primera vez la barrera de los 5 kilogramos, alcanzando los 5.16 kilogramos¹²².

El comportamiento del consumo per cápita de cerdo en Colombia durante los últimos años se puede ver en la Figura 21.

Figura 21. Consumo per cápita de carne de cerdo en Colombia entre los años 2001 y 2011.



Fuente: Área Económica, Área de Comercialización y Mercadeo. Análisis de coyuntura del sector porcicultor año 2011¹²³.

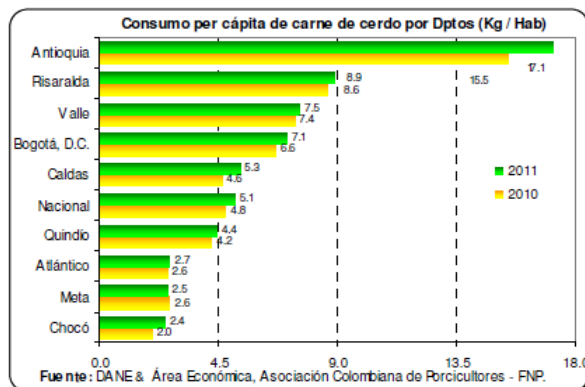
Sin embargo, vale la pena mencionar que esta variable esta en mayor cuantía en los departamentos de Antioquia (17,1 Kg.), Risaralda (8,9 Kg.), Valle del Cauca (7,5 Kg.), Bogotá (7,1 kg.) y Caldas (5,3 Kg.), cuyos consumos por habitante se encuentran por encima del promedio nacional¹²⁴ y la Figura 22 lo muestra.

¹²² Ibid., p. 49

¹²³ Ibid., p. 49

¹²⁴ Ibid., p. 49

Figura 22. Consumo per cápita de carne de cerdo por departamentos en Colombia.



Fuente: Área Económica, Área de Comercialización y Mercadeo. Análisis de coyuntura del sector porcicultor año 2011¹²⁵

Es innegable que el país ha logrado importantes avances en lo que a cadena cárnica porcícola se refiere, la declaración de libre de Peste Porcina Clásica a la zona de producción más importante del país ha permitido mejorar el estatus sanitario y pensar en el mercado internacional de la carne de cerdo. La transferencia de tecnología ligada a la genética y al uso de alimentos concentrados, mantendrán su contribución al mejoramiento de la productividad del sector primario. Las disposiciones relacionadas con bioseguridad, Buenas Prácticas Porcinas, normatividad ambiental, normatividad sanitaria y de bienestar animal, ya han iniciado su implementación y se irán fortaleciendo en los siguientes años¹²⁶.

Las disposiciones sanitarias que regulan todos los eslabones de la cadena y que están relacionadas en el Decreto 1500 de 2007 destacan aspectos como: la certificación de granjas, el manejo de la cadena de frío, sistemas de calidad basados en HACCP, inscripción ante el INVIMA de las plantas de beneficio y de desposte y el mejoramiento de las condiciones de los puntos de venta de carne a los consumidores finales.

El consumidor seguirá exigiendo características de calidad relacionadas con el producto final, estas características y atributos permitirán desarrollar nichos de mercado específicos. Se mantiene la tendencia en aquellas regiones donde tradicionalmente existe un consumo de carne de cerdo. Los establecimientos minoristas estarán bajo las normas sanitarias existentes. Las experiencias y programas privados desarrollados en etiquetado y trazabilidad de productos en el

¹²⁵ Ibid., p. 49

¹²⁶ COLOMBIA MINISTERIO, Op. cit., p. 13

comercio minorista, continuarán y podrán insertarse en programas oficiales a nivel nacional¹²⁷.

Sin embargo, es innegable que la industria porcícola nacional hoy enfrenta nuevos retos. La entrada en vigencia de los Tratados de Libre Comercio firmados con países productores de carne de cerdo y amplia tradición exportadora como: Estados Unidos, Canadá, Chile y Unión Europea; los procesos de desgravación a la carne de cerdo importada, pueden incidir en un incremento en el consumo de este producto. Otro factor macro es el relacionado con la tasa de cambio del dólar frente al peso, lo cual incide en los precios de los insumos importados (principalmente maíz y soya), así como de la carne de cerdo que se importa al país¹²⁸.

Todo este panorama permite determinar que el sector porcícola colombiano es hoy más productivo y más competitivo, pero la dinámica económica del país le exige a todos los actores vinculados a la producción de carne de cerdo seguir esforzándose para desarrollar aun más su industria, enmarcándola en una visión de encadenamiento y de economía de escala, que le permita mejorar en términos de competitividad.

Actualmente, el gremio ha reconocido el papel fundamental de la ciencia, la tecnología y la innovación como factor esencial para acelerar el crecimiento económico del sector y se sabe que una forma de aprovechar estas herramientas es a través de la generación, difusión y acumulación de conocimiento. Es por ello que actualmente el gremio, a través de su área de Investigación y Transferencia de Tecnología cuenta con dos programas: el primero es Investigación, Desarrollo e Innovación y el segundo es Transferencia de Tecnología¹²⁹.

Recientemente, un trabajo articulado entre el sector público y privado, está realizando la actualización de la agenda de investigación de ciencia y tecnología, donde uno de los objetivos principales es identificar las brechas tecnológicas que permitirán atender las necesidades del sector a través de proyectos a corto plazo. El primer proyecto identificado hace referencia a la generación de estándares de tipificación de la calidad de la canal, de acuerdo a la relación de contenido magro/grasa, a través de la adopción tecnológica de instrumentos tales como el HGP4 (Hennessy Grading System)¹³⁰.

¹²⁷ Ibid., p. 52

¹²⁸ Ibid., p. 52

¹²⁹ Área de Transferencia y Tecnología. Asoporcicultores trabaja por la ciencia y la tecnología. En: Porcicultura colombiana. No.165, Mayo-junio de 2012; p.24-25.

¹³⁰ Ibid., p. 53

7.2 VALORACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE CANALES EN COLOMBIA

A nivel nacional, en los últimos veinte años se han adelantado algunos trabajos destinados a desarrollar y proponer un modelo de valoración de canales porcinos que permita, de acuerdo a las características propias de nuestros animales, estandarizar su clasificación y posteriormente realizar pagos por su calidad, por ejemplo, en términos de los contenidos de magro de los canales. A continuación, se relacionan algunos de estos avances. Dichos trabajos se han realizado desde diferentes entidades privadas, por el gremio y en algunos casos en convenios entre ellas.

7.2.1 AÑO 1993: se realiza el primer trabajo a nivel nacional y su objetivo era establecer un sistema de pago de canales con base en su contenido de magro. Empresas privadas de la ciudad de Medellín (Teciagro y Frigorífico de Medellín S.A., FRIMSA) usando el IntroscoPIO para medición de grasa dorsal, teniendo como referencia la normativa de la Comunidad Europea y con el apoyo de profesionales del IRTA (Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria) de España y de la Universidad de Purdue de Estados Unidos, realizaron la disección de 240 canales porcinos buscando establecer ecuaciones que permitieran estimar en mejor forma el contenido de magro.

Se realizaron las siguientes mediciones: grasa dorsal a 6 centímetros de la línea media a nivel de la última costilla utilizando el IntroscoPIO, en el momento en que cada canal es pesada individualmente después del beneficio y antes de proceder a su ingreso a cavas, espesor de la grasa en la línea media y a dos distancias de ella en cuatro sitios de la canal, área y profundidad del lomo en tres secciones y se calificó el color de la canal. Además, media canal de cada cerdo fue seccionada en cuatro cortes básicos: pierna, lomo, tocino carnudo y brazuelo; cada una de estas partes es sometida a una disección detallada para obtener finalmente el contenido de carne, grasa, piel y hueso.

Se probaron dieciocho mediciones como estimadores del contenido magro; se obtuvieron ecuaciones para el cálculo del contenido magro de cada uno de los cortes principales y de la canal completa, a partir de las mediciones con la sonda óptica IntroscoPIO en el punto P₂, además de los otros estimadores. Es importante resaltar que este trabajo fue realizado con grupos representativos de la mayor parte de la población porcina existente en el país (incluyendo cerdos criollos y cerdos sometidos a alimentación no balanceada: suero de leche, lavazas, subproductos, etc.).

7.2.2 AÑO 1998: a través de un convenio entre la Universidad Nacional de Colombia, el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) y la

Asociación Colombiana de Porcicultores-Fondo Nacional de la Porcicultura se dio inicio a un proyecto de tipificación de la calidad de la canal porcina en Colombia. El proyecto tenía como objetivos desarrollar e implementar en cuatro zonas del país un sistema de información para productores, comercializadores y consumidores sobre las calidades de las canales porcinas en Colombia¹³¹.

Las canales fueron evaluadas en plantas de beneficio de Bogotá, Medellín, Envigado, Santa Rosa de Osos y Manizales; en la Tabla 8, se aprecia la cantidad de canales evaluadas y sus resultados. La tipificación tuvo en cuenta variables como: peso en pie, peso en canal y espesor de grasa dorsal medido con el IntroscoPIO a nivel de la última costilla y a 6 cm de la línea media de la canal a ambos costados. Adicionalmente, se tuvo en cuenta el comportamiento de las anteriores variables teniendo presente la condición sexual de los animales.

Algunos de los resultados del trabajo revelan una mayor proporción de machos sacrificados (60%) con respecto al total de la muestra. El espesor de grasa dorsal fue superior para los machos en todas las plantas de beneficio, con una variación de 1.2 mm para ambos sexos. Además, los pesos en canal fueron superiores para los machos en todas las plantas evaluadas¹³².

Tabla 8. Resumen resultados evaluación en 1998.

FRIGORÍFICO	CANALES (und)	PESO PIE (kg)	PESO CANAL (kg)	GRASA D (mm)	GRASA I (mm)
Central de sacrificio Manizales	11.107	92,8	76,6	16,6	16,7
Central Ganadera	12.641	102,1	82,1	16,7	17,8
Colanta	7.068	97,7	80,6	15,6	
Envigado	18.711		80,2	17,0	20,0
Guadalupe	40.866		75,9	16,9	16,7
San Martín de Porres	9.371			16,8	16,8
Promedio Nacional	99.764	94,7	79,5	16,7	18,8

Fuente: tomado de Amador et al¹³³

En resumen, este trabajo generó información de pesos y espesores de grasa dorsal que reflejan el nivel tecnológico de la explotación porcina y el mejoramiento genético logrado¹³⁴. En este momento, ya se evidenciaba una tendencia a sacrificar cerdos con pesos mayores, pero buscando que la

¹³¹ AMADOR G., Ignacio y OTÁLORA V., Julio. Tipificación de la calidad de la canal porcina en Colombia. En: Porcicultura Colombia. No.65, enero-febrero 2000, p.9-13.

¹³² Ibid., p. 55

¹³³ Ibid., p. 55

¹³⁴ Ibid., p. 55

grasa dorsal fuera un indicador de calidad y un reflejo del contenido de magro, puesto que estas variables inciden directamente en el precio final del cerdo.

7.2.3 AÑO 2000: paralelamente en el año 1998, se inició un trabajo de grado por parte de estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, con el cual se buscaba el establecimiento de las bases técnicas para un sistema de clasificación de canales porcinos en Antioquia. Este trabajo fue realizado en una planta de beneficio ubicada en el norte antioqueño y sus resultados fueron publicados como tesis de grado en el año 2000.

Se utilizaron 300 canales de cerdo de ambos sexos y diferentes cruces raciales característicos de la zona Antioqueña, evaluadas en la planta de cárnicos de Colanta en el municipio de Santa Rosa de Osos¹³⁵. El objetivo era la obtención de una ecuación de predicción del contenido en kilogramos de carne en los cortes principales a nivel comercial de una canal, partiendo de bases técnicas para llegar a una propuesta de clasificación y pago de canales.

Se midieron espesores de grasa dorsal con el IntroscoPIO, a nivel de la última costilla a 6 cm de la línea media, se pesaron las canales calientes, se determinó rendimiento en canal y se hizo disección, utilizando para el estudio los cortes comercialmente más importantes: lomo, cabeza de lomo, brazuelo, pierna, tocino carnudo y costilla; arrojando como resultado una sumatoria de pesos de los cortes y su respectivo porcentaje con respecto a la canal¹³⁶.

Para determinar las variables más útiles para la ecuación de predicción, se probaron dos modelos estadísticos utilizando regresión lineal múltiple. Luego de correr ambas ecuaciones, se determinó que la más óptima fue aquella que tomó las variables más significativas estadísticamente y con mayor utilidad dentro de la predicción del primer modelo (espesor de grasa y peso de la canal caliente), además cumpliendo con los rangos estadísticos aprobados por la Unión Europea para ecuaciones de predicción. La ecuación propuesta es la siguiente¹³⁷:

¹³⁵ BELTRAN y CASTRO, Op. cit., p. 13

¹³⁶ Ibid., p. 56

¹³⁷ Ibid., p. 56

$$Y = 3,8 + (-0,33 * X1) + 0,56 * X2$$

Donde:

Y= Peso de los cortes comerciales más importantes en la zona de Antioquia (lomo, cabeza de lomo, costilla, tocino carnudo, brazuelo y pierna).

X1= Espesor de la grasa dorsal medido a 6 cm de la línea media a nivel de la última costilla en mm.

X2= Peso de la canal caliente en Kg.

Para establecer la clasificación y el pago por calidad de canales porcinos con la ecuación obtenida, se realizaron todas las combinaciones posibles para las variables: peso en canal calientes entre 60 y 100 kilogramos y espesores de grasa dorsal entre 8 y 20 milímetros. Como resultado se propone una tabla de pago basada en las variables medidas (Tabla 9), estableciendo como canal base (100%) una canal con pesos entre 70 y 79,9 kilos y grasa dorsal entre 18 y 20 milímetros de espesor. Finalmente, se obtiene un porcentaje de cortes entre 52.44 a 53.53% dentro de esos rangos, el cual se toma como principio para bonificar y castigar las canales¹³⁸.

Tabla 9. Tabla de pago propuesta en 1998

% CORTES PRINCIPALES	PESO CANAL CALIENTE (Kg.)			
	60.0 - 69.9	70.0 - 70.9	80.0 - 89.9	90.0 - 99.9
51.33 - 52.43	98	99	100	101
52.44 - 53.33	99	100	101	102
53.34 - 54.63	100	101	102	103
54.64 - 55.73	101	102	103	104
55.74 - 56.83	102	103	104	105
56.84 - 57.93	103	104	105	106

Fuente: tomado de Beltrán et al¹³⁹

7.2.4 AÑO 2003: a través de un convenio entre Tecniagro S.A. y la Asociación Colombiana de Porcicultores-Fondo Nacional de la Porcicultura se realizó el procedimiento de disección a una muestra de 130 canales de cerdos, provenientes de las principales regiones porcícolas del país, utilizando nuevamente como directriz la normativa de la Unión Europea¹⁴⁰. Este ejercicio experimental buscaba obtener información, apoyada en la estadística, para trabajar la predicción de magro en escenarios tanto de investigación como de clasificación de canales.

¹³⁸ Ibid., p. 56

¹³⁹ Ibid., p. 56

¹⁴⁰ GIRALDO, Op, cit., p. 26

El objetivo de este trabajo era encontrar ecuaciones que permitan predecir el porcentaje de magro contenido en la canal a partir de medidas directas hechas sobre la canal. En un primer escenario, se busca encontrar una o varias ecuaciones que permitan predecir el contenido magro a partir de una o varias mediciones hechas en la línea de sacrificio, teniendo en cuenta los diferentes instrumentos que pueden ser utilizados sin interferir con la velocidad de las líneas; (pero existe un segundo escenario, el de los trabajos de investigación que tienen el contenido de magro de la canal como variable fundamental a evaluar. En este escenario, dependiendo del grado de precisión que se necesite y del presupuesto económico que se tenga, existirán muchas alternativas de variables a ser utilizadas como estimadoras del contenido de magro. En una investigación que parta de conocer el contenido magro, el grado de depreciación de la canal y por lo tanto, el costo de la investigación, va a depender de las mediciones que se opte por hacer. Por ejemplo, mediciones que implican fraccionar el lomo conducirán a mayor calidad en la estimación, pero igualmente a la mayor depreciación de la canal¹⁴¹.

Se realizaron disecciones totales y parciales. Se tomaron dieciocho variables para estimar el contenido de magro de las canales, trece relacionadas con la grasa dorsal (medidas con IntroscoPIO) y cinco con el lomo (*Longissimus dorsi*). Se determinaron veinticuatro ecuaciones de predicción del porcentaje de magro total contenido en la canal. Se tuvo en cuenta la normativa establecida por la Unión Europea para estas ecuaciones, donde se ha establecido un valor de 2.5 para el error residual medio (RMSE) y 0.64 para el coeficiente de determinación (una correlación de 0.8), como valores límites que deben cumplir las ecuaciones para ser aprobadas¹⁴².

Este ejercicio arrojó ocho ecuaciones de predicción del contenido de magro, nombradas numéricamente en la primera columna de la tabla 10, que de acuerdo con los resultados del trabajo pueden ser útiles en futuros proyectos de investigación y de determinación en plantas de beneficio. Cada una de estas ecuaciones presenta características que le adjudican ventajas asociadas con diferentes condiciones, para las cuales se midieron la profundidad de la grasa dorsal en la línea media (Gm) y el área del ojo del lomo (AL).

¹⁴¹ GIRALDO M., Sergio. Ecuaciones de estimación del porcentaje de magro de la canal porcina en Colombia, Investigación Realizada para la Asociación Colombiana de Porcicultores-Fondo Nacional de la Porcicultura, sin publicar, 2003.

¹⁴² Ibid., p. 58

Tabla 10. Ecuaciones para la predicción del contenido de magro total en la canal porcina, resultados finales.

	Estimadores	Intercepto A	Coeficientes de regresión						RMSE
			B1	B2	B3	B4	B5	B6	
12	B1 Gm 12-13, B2 Gm 16-17 B3 Gm 20-21, B4 Gm ult	66,5692	-0,2671	0,0219	-0,0237	-0,4626			3,07
2	B1 P2 prom	63,2426	-0,6657						2,58
16	B1 G6.5 12-13 B2 G6.5 ult	65,3629	-0,4398	-0,3322					2,47
8	B1 G6.5, 20-21	63,1253	-0,7592						2,25
17	B1 G6.5 20-21 B2 L6.5 20-21	56,8353	-0,7282	1,0305					2,15
23	B1 G6.5 12-13 B2 G6.5 16-17 B3 G6.5 20-21 B4 G6.5 ult	64,5370	-0,1608	-0,0836	-0,4098	-0,0749			2,14
19	B1 G6.5 16-17 B2 AL 16-17	54,3683	-0,5346	0,1980					2,01
24	B1 G6.5 16-17 B2 AL 16-17 B3 L6.5 16-17 B4 G6.5 20-21 B5 L6.5 20-21 B6 AL 20-21	53,5652	-0,2316	0,1765	0,2753	-0,3910	0,0479	0,0199	1,88

Fuente: tomado de Giraldo¹⁴³

7.2.5 AÑO 2012: desde hace dos años, el Área de Mercadeo y Comercialización de la Asociación Colombiana de Porcicultores-Fondo Nacional de la Porcicultura, determinó llevar a cabo un proyecto para actualizar y generar ecuaciones de predicción del porcentaje de magro en canales porcinas, teniendo en cuenta los nuevos instrumentos de medición que hoy existen en el mercado colombiano. Dicho trabajo tuvo en cuenta la revisión de antecedentes, preselección de cerdos, selección de canales, disecciones y análisis estadístico¹⁴⁴.

En los últimos años, las ecuaciones de predicción del porcentaje de magro se han constituido en herramienta fundamental para la clasificación objetiva de canales porcinas; en países y mercados donde éstas se han implementado, los agentes económicos han logrado mitigar la incertidumbre

¹⁴³ Ibid., p. 58

¹⁴⁴ Área Económica, Área de Comercialización y Mercadeo. Ecuación de magro 2012. En: Porcicultura colombiana. No.164, Abril-mayo de 2012; p.14-19.

que trae consigo la comercialización de canales, ante el desconocimiento de la calidad de las mismas¹⁴⁵.

Aplicando el método de despiece de Walstra y Merkus (1996), citados por Gonzalez y Otalora, se determinó el porcentaje de magro para una muestra de 265 canales, conformada por 66 hembras, 65 machos quirúrgicos y 134 machos inmunocastrados con participación de seis líneas comerciales representativas de la porcicultura de Colombia. Estas cantidades fueron relacionadas con las diferentes mediciones realizadas con los instrumentos de medición, a través de regresiones lineales por Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS). Las tres ecuaciones seleccionadas aprobaron el criterio de selección de la Raíz Cuadrada del Error Cuadrático Medio de Predicción (RMSEP) de la Unión Europea y aplicable a canales entre 56 a 120 kilogramos de peso en canal¹⁴⁶.

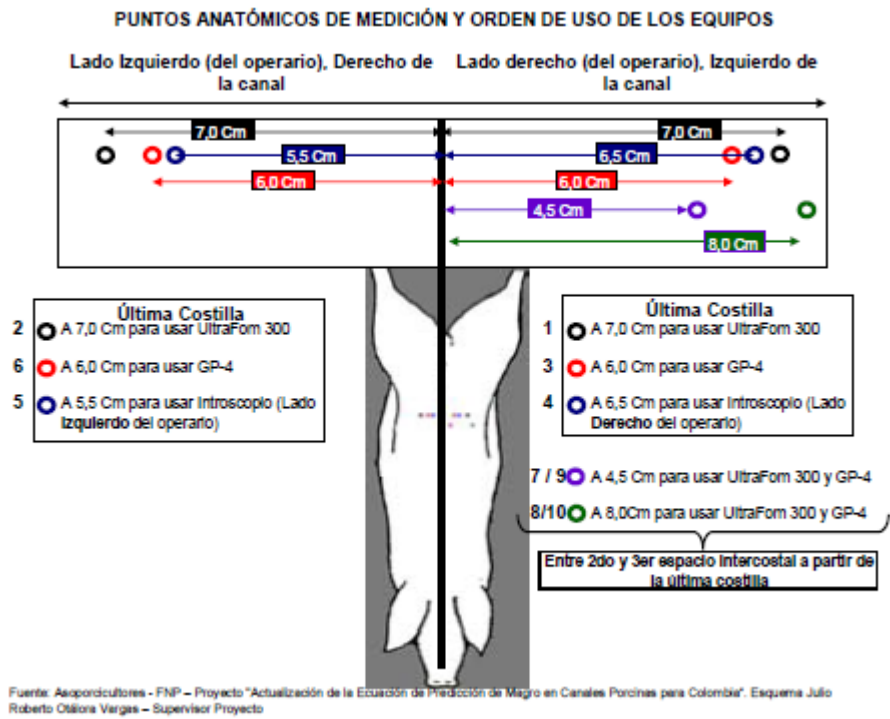
El trabajo permitió generar tres ecuaciones de predicción del porcentaje de magro para el mercado colombiano de canales porcinas, para los instrumentos de medición: IntroscoPIO, Hennessy Grading System modelo GP-4 y UltraFom 300; que actualmente se encuentran instalados en algunas plantas de beneficio del país¹⁴⁷, además en la Figura 23 se muestran los diferentes puntos de medición de acuerdo al instrumento a utilizar.

¹⁴⁵ GONZÁLEZ R., Fredy y OTÁLORA V., Julio. Ecuaciones de predicción de porcentaje de magro en canales porcinas: actualización y nuevas formulas para nuevos instrumentos en el mercado colombiano, sin publicar.

¹⁴⁶ OTÁLORA V., Julio. Ecuación de predicción de porcentaje de magro en canales porcinas en Colombia, Asociación Colombiana de Porcicultores-Fondo Nacional de la Porcicultura [Presentación power point], Pereira, 2012, diapositivas 96

¹⁴⁷ GONZÁLEZ y OTÁLORA, Op. cit., p. 59

Figura 23. Puntos de medición para las nuevas ecuaciones.



Fuente: Área Económica, Área de Comercialización y Mercadeo. Ecuación de magro 2012¹⁴⁸

Las ecuaciones estimadas se pueden ver en la tabla 11.

¹⁴⁸ ÁREA ECONÓMICA, Op. cit., p. 59

Tabla 11: Ecuaciones de magro definidas para Colombia en 2012.

Equipo de medición	Ecuación	Descripción	Autor
IntroscoPIO	$\%Magro = 63,63 - 0,70.G_2^{Intro}$ <i>RMSEP=2.45; Ra2=0.68</i>	G2Intro es el espesor de grasa dorsal medido sobre la última costilla del costado izquierdo de la canal, a una distancia de la línea media de 6.5 cm.	GONZÁLEZ R., Fredy y OTÁLORA V., Julio, 2012
Ultrafom 300	$\%Magro = 61,02 - 0,60.G_2^{UF-300} + 0,03.L_2^{UF-300}$ <i>RMSEP=2.36; Ra2=0.72</i>	G2UF-300 y L 2UF-300 son los espesores de grasa y profundidades de lomo respectivamente, también medidos sobre la última costilla del costado izquierdo de la canal, a una distancia de 7 cm.	GONZÁLEZ R., Fredy y OTÁLORA V., Julio, 2013
HGP-4 (Hennessy Grading System)	$\%Magro = 56,28 - 0,67.G_1^{HGP-4} + 0,13.L_1^{HGP-4}$ <i>RMSEP=2.17; Ra2=0.77</i>	G1HGP-4 y L 1HGP-4 son los espesores de grasa y profundidad de lomo, entre el espacio de la segunda y tercera costilla, a una distancia de 4.5 cm de la línea media.	GONZÁLEZ R., Fredy y OTÁLORA V., Julio, 2014

Fuente: adaptada de Área Económica, Área de Comercialización y Mercadeo. Ecuación de magro 2012¹⁴⁹

El desarrollo de este trabajo permitió generar avances importantes para el país. Logró hallar una ecuación de actualización capaz de predecir el porcentaje de magro de canales porcinas para el IntroscoPIO al igual que la generación de dos nuevas ecuaciones para los equipos GP-4 y UltraFom 300, cumpliendo con los márgenes de aprobación de equipos de acuerdo al RMSEP obtenido.

Aunque autores anteriores habían reportado ecuaciones distintas por género y sostuvieron la factibilidad de mejorar las predicciones usándolas para cada sexo por separado, en esta investigación no se detectaron diferencias significativas para cada género (hembras, machos quirúrgicos y machos inmunocastrados)¹⁵⁰.

¹⁴⁹ Ibid., p. 61

¹⁵⁰ GONZÁLEZ y OTÁLORA, Op. cit., p. 59

Las mediciones realizadas en Colombia, con los equipos involucrados en ésta investigación, se podrán comparar directamente con las de la Unión Europea, ya que las ecuaciones obtenidas se expresan en las mismas unidades de contenido magro al haberse adoptado el método de disección consensuado para estos países¹⁵¹.

¹⁵¹ Ibid., p. 62

8. VISIÓN GERENCIAL DEL SECTOR PORCINO HACIA LA COMPETITIVIDAD

Actualmente, la aceleración e incremento de la complejidad del cambio tecnológico, la globalización de los mercados, la intensificación de la competencia y la soberanía del consumidor, se convierten en movimientos destacados ante los cuales las empresas deben buscar y crear nuevas ventajas competitivas que les permitan sobrevivir en los mercados (Ferro *et al.*, 2000)¹⁵².

Existen muchas definiciones sobre lo que es competitividad. Una de las más aceptadas y hacia la que convergen la mayoría de las definiciones, es aquella aportada por la OCDE, según la cual: “competitividad debe entenderse como la capacidad de las empresas, sectores, regiones, naciones, regiones supranacionales para generar, estando y permaneciendo expuestos a la competencia internacional, niveles relativamente altos de ingresos y de ocupación de los factores en forma sustentable” (OCDE 1994)¹⁵³.

La competitividad es el resultado de la interacción de múltiples factores relacionados con las condiciones que enfrenta la actividad empresarial y que condicionan su desempeño, tales como infraestructura, recursos humanos, ciencia y tecnología, instituciones, entorno macroeconómico y productividad¹⁵⁴.

La competitividad empresarial se relaciona con la habilidad de la organización para producir bienes de mayor calidad a un menor costo que sus competidores y con la obtención de resultados por encima del promedio de la industria (Porter, 1998; Buckley *et al.*, 1988, 1990; Ambastha y Momaya, 2004; Momaya *et al.* 2007; Momaya, 1998)¹⁵⁵.

Por tanto, puede decirse que una empresa es competitiva si es rentable a largo plazo con base a un proceso de mejora continua en su accionar, a partir de mejoras de productividad, eficiencia y calidad de productos y procesos. La

¹⁵² CAPÓ V. Josep, EXPÓSITO L. Manuel y MASIÁ B. Enrique. La importancia de los clusters para la competitividad de las PYME en una economía global. En: Revista Eure, Vol. 33, No.98, 2007; p.119-113.

¹⁵³ JERUSALMI, Claudio, CAMACHO, Micaela. El Triángulo de la Competitividad: Un modelo de medición de competitividad empresarial, hallazgos empíricos sobre empresas farmacéuticas de EEUU. Universidad Católica del Uruguay, papel de trabajo. 31p.

¹⁵⁴ COLOMBIA. ALTA CONSEJERÍA PRESIDENCIAL PARA LA COMPETITIVIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO. Conpes 3439 (14, agosto, 2006). Bogotá D.C.: El Ministerio, 2006. 41p.

¹⁵⁵ JERUSALMI, Op. cit., p. 64

competitividad es un proceso cuyo resultado es la mejora en la productividad de la empresa¹⁵⁶.

Partiendo de la indiscutible significancia que tiene el sector agropecuario en el proceso de desarrollo económico y social de Colombia, es importante que el sector en general busque estrategias para evolucionar hacia escenarios de competitividad, mediante mejoras en producción y productividad, sin perder de vista los principios de sostenibilidad económica, social y ambiental.

Aumentar la competitividad del sector agroindustrial colombiano a partir del mejoramiento de los procesos de investigación y desarrollo tecnológico y la aplicación de sus resultados en las cadenas productivas, es uno de los principales objetivos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural¹⁵⁷.

Con respecto a la producción porcícola nacional ya se puede hablar de una visión de encadenamiento. La cadena cárnica porcina, desde el punto de vista productivo y de agronegocio, ha tenido un desarrollo paulatino en los últimos veinticinco años, mediante esfuerzos públicos y privados de productores, transformadores y comercializadores que han impulsado la innovación en herramientas, técnicas y tecnologías, modernización de infraestructura, aumento de la producción y programas de fomento al consumo¹⁵⁸.

En los últimos años, gracias al aumento de la producción y consumo, así como la formalización y tecnificación de los diferentes actores, se han dado los pasos para constituir la cadena cárnica porcina, como una organización que sirva de asesora e interlocutora del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, permitiendo la participación abierta y democrática de los diferentes actores a nivel nacional¹⁵⁹.

En el año 2001, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural formuló la Agenda de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena cárnica porcina, cuyos objetivos eran diagnosticar el sector y analizar su desempeño como cadena, bajo la metodología de prospección de demandas en cadenas productivas y además, formular la Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la cadena cárnica porcícola colombiana¹⁶⁰.

¹⁵⁶ Ibid., p. 64

¹⁵⁷ COLOMBIA MINISTERIO, Op. cit., p. 13

¹⁵⁸ Ibid., p. 65

¹⁵⁹ Ibid., p. 65

¹⁶⁰ Ibid., p. 65

Dicha agenda realiza una exhaustiva revisión de la porcicultura como agronegocio, analizando cada uno de sus eslabones, generando una serie de propuestas que buscan un mejoramiento de la cadena cárnica porcícola del país. Dentro de estas propuestas aparece una agenda de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva, en donde una de sus iniciativas plantea el “diseño e implementación de un sistema de medición de las características de calidad de la canal, como base para un sistema de precios para los diferentes eslabones de la cadena”¹⁶¹.

Dicha iniciativa propone llevar a cabo los siguientes proyectos para lograr su realización¹⁶²:

- Diseño e implementación de un programa de tipificación y clasificación de canales porcinos en Colombia, acordes a los estándares técnicos y sanitarios nacionales.
- Desarrollo de ecuaciones, estandarización de equipos y protocolos para la medición y calificación de las canales porcinos en Colombia.
- Investigación y desarrollo de ecuaciones, metodología y procesos para la predicción del rendimiento en canal de los cerdos destinados a sacrificio.
- Diseño e implementación de un sistema nacional para la clasificación y el pago por calidad de la canal de cerdo.
- Definición de protocolos de calibración y control de equipos de medición de calidad de canales porcinos.
- Desarrollo de protocolos y sistemas de identificación de características propias de los productos cárnicos, entre otros, para realizar controles de contrabando técnico.

Es claro que Colombia ya posee bases suficientes para buscar la implementación normativa de un sistema de clasificación, valoración y pago por calidad de canales porcinos que le permitan al sector afianzarse hacia una propuesta de competitividad. No en vano se viene trabajando en el tema desde diferentes escenarios en los últimos veinticinco años.

Para lograr un mayor estímulo en el desarrollo de la porcicultura nacional, es necesario evolucionar del sistema de comercialización arbitrario y subjetivo, el cual conlleva a un pago injusto que no reconoce adecuadamente los parámetros de calidad de la canal, hacia un sistema de comercialización con parámetros de calidad estandarizados, el cual reconozca en términos económicos los atributos de calidad del producto y que esto se refleje en una negociación más equitativa entre los diferentes eslabones de la cadena cárnica porcícola.

¹⁶¹ Ibid., p. 65

¹⁶² Ibid., p. 65

Dadas las condiciones propias de nuestro país, un sistema de clasificación, valoración y pago por calidad de canales porcinos debe tener algunas consideraciones y lineamientos en cuenta al momento que se tome la decisión de implementarlo:

- La porcicultura nacional tiene algunas variaciones de acuerdo a la zona de producción, y es claro que el modelo productivo está directamente relacionado con la calidad final de la canal y de la carne. Por lo tanto, para lograr una estandarización de calidad, se deben realizar algunos comparativos para llegar a sistemas de clasificación y unas ecuaciones de predicción comunes, que generen datos confiables.
- Es necesario definir cuáles y cuántos serán los equipos de medición autorizados en las plantas de beneficio para determinar la calidad de las canales en las plantas de beneficio. Esto facilitará la estandarización de los datos a través del desarrollo y aplicación de las respectivas ecuaciones. De acuerdo a lo implementado en otros países, no es recomendable autorizar la utilización de más de dos equipos a nivel nacional, esto con el fin de evitar la generación de sesgos en la información tomada en las diferentes plantas de beneficio.
- Es de vital importancia construir programas de capacitación continuada al personal encargado de manipular los equipos de medición y la generación primaria de datos, puesto que de su pericia y buena labor depende la exactitud de la información reportada para la clasificación y valoración de las canales.
- De acuerdo a las exigencias relacionadas con la normativa sanitaria vigente, los procesos de medición en planta deben adecuarse a la operación fluida de la línea de beneficio, evitando contaminaciones y pérdidas de tiempo, puesto que dichas situaciones podrían afectar la eficiencia en el proceso y en el peor de los casos, generar el decomiso de las canales porcinas.
- Un sistema de clasificación, valoración y pago por calidad debe estar integrado con un modelo de identificación y reconocimiento, que le permita a las canales porcinas diferenciarse como un producto de calidad aprobada bajo criterios objetivos.
- Toda esta estrategia de sistemas de clasificación de canales debe apoyarse en una adecuada mezcla de mercadeo que permita llegar de forma clara a los consumidores de la carne porcina, resaltando los atributos de la misma cuando ha sido valorada y calificada previamente.
- Colombia debe seguir el camino ya recorrido por la Unión Europea, Estados Unidos, Canadá y Argentina, que es el de legislar alrededor de la implementación de sistemas objetivos de medición y clasificación en las

canales porcinas, generando normativas específicas y de fácil aplicación que regulen la operación de valoración objetiva de las canales porcinas.

- Para que esta propuesta sea viable, el proceso debe tomar en cuenta todo el trabajo realizado en los últimos veinte años y adicionalmente contar con el acompañamiento del sector público, privado, del gremio porcicultor y de todos aquellos actores que se encuentran vinculados a la cadena cárnica porcícola del país. Solo a partir del consenso general será posible generar un sistema de clasificación práctico, útil y de efectiva adopción.

CONCLUSIONES

La relación músculo/grasa de las canales porcinas permite establecer su contenido de tejido magro, valor con el cual se logra tipificarlas y clasificarlas basados en criterios de calidad.

Los sistemas de valoración y clasificación de canales requieren de equipos especiales para la toma de datos. Dichos equipos han evolucionado en los últimos cincuenta años desde la operación manual, pasando por el ultrasonido y llegando a la tomografía computarizada.

Las ecuaciones de predicción son un método matemático basado en la estadística, que permiten determinar con bastante certeza la cantidad de tejido magro de una canal de manera práctica y económica.

Países con los cuales Colombia posee Tratados de Libre Comercio han desarrollado diferentes metodologías y sistemas para valorar sus canales porcinas. Con el uso de equipos y formulación de ecuaciones de predicción de magro se logran establecer pagos diferenciales a los productores de acuerdo a la calidad de su producto. La mayoría de estos países ha implementado los sistemas de valoración, clasificación y pago sustentados en legislaciones propias.

La porcicultura colombiana actual, desde el punto de vista productivo y de agronegocio, está enfocada hacia una visión de encadenamiento, impulsada por la innovación en herramientas, técnicas y tecnologías, modernización de infraestructura, aumento de la producción y programas de fomento al consumo de la carne de cerdo. Sin embargo, aun no se cuenta con un sistema aplicado legalmente de valoración y clasificación de canales que permita realizar pagos a los productores de acuerdo a la calidad del producto.

En los últimos veinte años, diferentes instituciones nacionales han adelantado trabajos direccionados a desarrollar y proponer un modelo de valoración de canales porcinas que permita, de acuerdo a las características propias de nuestros animales, estandarizar su clasificación y posteriormente realizar pagos por su calidad de acuerdo a los contenidos de magro de las canales. A nivel gremial, se han redoblado los esfuerzos en aras de promover la adopción de esta herramienta, pensando en darle competitividad al sector frente al mercado nacional e internacional.

Para que un sistema de clasificación de canales en Colombia sea viable debe tener en cuenta algunas consideraciones tales como: variaciones de acuerdo a la zona de producción, definir el (los) equipo(s) de medición autorizado(s) y programas de capacitación para el personal encargado de manipular dichos equipos, normativa sanitaria vigente y en transición, integración con un modelo

estandarizado de identificación y reconocimiento de canales, mezcla de mercadeo estratégica y establecimiento de una normativa de carácter nacional.

BIBLIOGRAFÍA

Bases per a la definició d'un sistema de pesatge i classificació de canals porcines. Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. 2005. p.76-82.

Advanced Carcase Fat Measurement (ACFM) - Porcine P2 - Participants Workbook. AUS-MEAT® Limited. January, 2000. 26p.

AMADOR GÓMEZ, Ignacio. Sistema de clasificación y pago por calidad de canales porcinas en Colombia. Bogotá: ICTA, 1999. 20p.

AMADOR G., Ignacio y OTÁLORA V., Julio. Tipificación de la calidad de la canal porcina en Colombia. En: Porcicultura Colombia. No.65, enero-febrero 2000, p.9-13.

Área de Transferencia y Tecnología. Asoporcicultores trabaja por la ciencia y la tecnología. En: Porcicultura colombiana. No.165, Mayo-junio de 2012; p.24-25.

Área Económica, Área de Comercialización y Mercadeo. Análisis de coyuntura del sector porcicultor año 2011. En: Porcicultura colombiana. No.162, Febrero de 2012; p.25-36.

Área Económica, Área de Comercialización y Mercadeo. Ecuación de magro 2012. En: Porcicultura colombiana. No.164, Abril-mayo de 2012; p.14-19.

BELTRÁN A., Nelson y CASTRO R., Iván. Establecimiento de bases técnicas para un sistema de clasificación de canales porcinas en Antioquia. Santa Fe de Bogotá, 2000, 160p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

BURSON, Dennis. Procedures for Estimating Pork Carcass Composition. En: Facts Pork Quality. National Pork Producers Council and American Meat Science Association. 4p.

CALIDAD. [en línea] <http://lema.rae.es/drae/> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

CANAL. [en línea] <http://lema.rae.es/drae/> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

CAPÓ V. Josep, EXPÓSITO L. Manuel y MASIÁ B. Enrique. La importancia de los clusters para la competitividad de las PYME en una economía global. En: Revista Eure, Vol. 33, No.98, 2007; p.119-113.

CAROMETEC, Food Technology. AutoFom™, Sistema ultrasónico para la clasificación de canales, completamente automático. Manual. 4p.

CAROMETEC, Food Technology. El nuevo Fat'O'Meater II, probado, aprobado, fuerte. Manual, 6p.

CAROMETEC, Food Technology. Fat-O-Meat'er, Clasificación objetiva electrónica de canales de porcino. Manual, 2p.

CAROMETEC, Food Technology. UltraFom 300™, Equipo semiautomático. Manual, 2p

CARR, Chad, JOHNSON, Dwain, and SHUFFITT, Mark. Ultrasound and Carcass Merit of Youth Market Hogs. En: AN252, IFAS Extension, University of Florida, octubre 2010. p.1-5.

Censo porcino en Colombia. [en línea] <<http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>> [Citado el 30 de Septiembre de 2012]

Censor carne magra. [en línea] <http://www.es.sydel.com/Produits/control_calidad> [Citado el 25 de Septiembre de 2012]

CHILE. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Ley 19.162. (7, septiembre, 1992). Establece Sistema Obligatorio de Clasificación de Ganado, Tipificación y Nomenclatura de sus Carnes y Regula Funcionamiento de Mataderos, Frigoríficos y Establecimientos de la Industria de la Carne. Diario Oficial. Santiago de Chile: El Ministerio, 1992. no. 294. 4p.

Clasificación canales en Canadá. [en línea] <http://manitobapork.com/manitoba_hog_grading_inc.aspx> [Citado el 30 de Noviembre de 2012]

COLOMBIA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Agenda de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena cárnica porcina. BOGOTÁ, D.C.: El Ministerio, 2011. 200p.

COLOMBIA MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 4282 de 2007. BOGOTÁ, D.C.: El Ministerio, 2007. 70p.

COLOMBIA. ALTA CONSEJERÍA PRESIDENCIAL PARA LA COMPETITIVIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO. Conpes 3439 (14, agosto, 2006). Bogotá D.C.: El Ministerio, 2006. 41p.

COMPETITIVIDAD. [en línea] <http://es.wikipedia.org/wiki/Competitividad> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

COMPETITIVIDAD. [en línea] <http://lema.rae.es/drae/> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

COMPETITIVIDAD. [en línea] <http://www.zonaeconomica.com/definicion/competitividad> [citado el 3 de Diciembre de 2012]

CONPES. [en línea] <http://www.dnp.gov.co/CONPES.aspx> [citado el 3 de Diciembre de 2012]

Curvas de crecimiento: Su estimación e importancia en la nutrición. Portal Veterinario ALBEITAR, 2001. [en línea]. <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3328/ARTICULOS-PORCINO-ARCHIVO/Curvas-de-crecimiento:-Su-estimación-e-importancia-en-la-nutrición.html> [Citado el 13 de Septiembre de 2012]

DAUMAS, Gérard. Clasificación de las canales porcinas en Francia y en Europa. En: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA (4: 2001: Francia). Memorias del 9o Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura. Francia: 2001. 17p.

DE CARO, A; et al. El contenido de magro de canales porcinas y su relación con variables de calidad y de origen. En: InVet[online]. Buenos Aires. Vol. 7, No. 1 (Dic. 2005); p.11-17. ISSN 1668-3498

DELL, Allen. Automated Grading of Beef and Pork Carcasses, Reciprocal Meat. Estados Unidos. En: Conference Proceedings, Volume 37, (1984); p.5.

DIESTRE, Alejandro y KEMPSTER, J. The estimation of pig carcass composition from different measurements with special reference to classification and grading. En: Animal Production, 41, 1985, p.383-391.

DISECCIÓN (DISECAR). [en línea] <http://lema.rae.es/drae/> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

EGUINOA, Paola, LABAIRU, Javier y GRANADA, Amaia. Efecto de la genética paterna. Navarra Agraria, 2006, p.57-64.

ESCALDADO (ESCALDAR). [en línea] <http://lema.rae.es/drae/> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

Farm Credit Canada, Advancing the business of agriculture. Pork Facts. [en línea] < http://www.fcc-fac.ca/en/learningcentre/knowledge/doc/pork_facts_e.pdf>. Junio 2011, 8p. [Citado el 28 de Noviembre de 2012]

FORTIN, A., A.K.W. y Tong and W.M., Robertson. Canadian pork carcass grading: the Hennessy HGP-2 and Destron PG-100 grading probes: 10 years later. Advances in Pork Production. [en línea]. Vol. 14, 2003. Abstract # 24 [Citado el 30 de Noviembre]

FURNOLS, María Font I., et al. Evolución de los sistemas on-line de clasificación de las canales porcinas. En: 1er Congreso Nacional de la Carne. Madrid, 16 y 17 de febrero, 2001. p.25-34.

FURNOLS, Maria Font I y GISPERT, Marina. La clasificación de canales porcinas en España: actualización de fórmulas para el Fat'O'Meater y AutoFOM y calibración del UltraFOM 300 y VCS2000 para el estado español. En: Eurocarne, N° 174, (abril 2009). p.1-8.

GIRALDO M., Sergio O. Comercialización con base en el peso en pié, el rendimiento en canal y con desconocimiento del contenido magro: Problemas de la industria porcina. En: SIMPOSIO DE PRODUCTIVIDAD PORCÍCOLA PFIZER SALUD ANIMAL. (7: 2010: Medellín). Memorias de Simposio de productividad porcícola Pfizer Salud Animal. Medellín: Pfizer, 2010. 33p.

GIRALDO M., Sergio. Ecuaciones de estimación del porcentaje de magro de la canal porcina en Colombia, Investigación Realizada para la Asociación Colombiana de Porcicultores-Fondo Nacional de la Porcicultura, sin publicar, 2003.

GISPERT, Marina y DIESTRE, Alejandro. Consideraciones sobre la clasificación de canales porcinas en España. En: Eurocarne, N° 83, (enero-febrero, 2000); p.1-6.

GISPERT, Marina, et al. El AUTOFOM: nuevo equipo de clasificación de canales aprobado para España. En: Eurocarne, N° 10, (octubre 2002); p.1-5.

GISPERT, Marina, FURNOLS y María Font I. Equipos para la clasificación de piezas comerciales. [en línea]. http://www.3tres3.com/los-expertos-opinan/equipos-para-la-clasificacion-de-piezas-comerciales_558/ [Citado el 25 de Septiembre de 2012]

GISPERT, Marina. Pig Carcass Grading. IRTA-CTC. Monells. [Presentación power point]. 39 diapositivas

GONZÁLEZ R., Fredy y OTÁLORA V., Julio. Ecuaciones de predicción de porcentaje de magro en canales porcinas: actualización y nuevas formulas para nuevos instrumentos en el mercado colombiano, sin publicar.

GRIFFIN, David. Pork Carcass Lean Value Pricing. [Presentación power point]. Texas A & M University. 43 diapositivas.

HONEY, Janet. Manitoba pig and pork industry 2010. Department of Agribusiness and Agricultural Economics, University of Manitoba. April 2011. 17p.

INFOPORCINOS. Los parámetros técnicos. [en línea] <<http://www.infoporcinos.com/Medicion.aspx>> [Citado el 25 de Septiembre de 2012]]

Introsopes, sale and repair service. [en línea] <<http://www.mlcsi.co.uk/equipment/introsopes.asp>> [Citado el 30 de septiembre]

JERUSALMI, Claudio, CAMACHO, Micaela. El Triángulo de la Competitividad: Un modelo de medición de competitividad empresarial, hallazgos empíricos sobre empresas farmacéuticas de EEUU. Universidad Católica del Uruguay, papel de trabajo. 31p.

JONES, S.D.M. The Canadian Pork Carcass Grading System and the 1992 National Carcass Cut Out. [en línea] <http://www.nsis.com/conferences/1996/jones.htm>. 8p. [Citado el 28 de Noviembre]

La Tipificación de carnes porcinas por magro en la Argentina. [en línea]. http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/carne_porcina_calidad_de_la_canal_de_cerdo.html [Citado el 25 de octubre de 2012]

MADRID. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO. La Clasificación de Canales de vacuno pesado, base legislativa y manual gráfico. RD 225/2008, de 15 de febrero, por el que se completa la Aplicación del modelo comunitario de clasificación de las canales de vacuno pesado y se regula el registro de los precios de mercado. Madrid: El ministerio, 2008. 55p

MAGRO. [en línea] <<http://es.thefreedictionary.com/magro>> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

MAGRO. [en línea] <http://lema.rae.es/drae/> [Citado el 3 de diciembre de 2012]

MATRIZ DE COMPRA DE CREDOS GORDOS EN ESTADOS UNIDOS. [en línea] <http://www.ams.usda.gov/mnreports/lm_hg208.txt> [Citado el 13 de Diciembre de 2012]

MOLINARI, Roberto. Información acerca de la clasificación de canales y pago por calidad en Chile. [Correo electrónico]. Mensajes enviados a Claudia María Velásquez Sierra. Octubre 25 y 26 de 2012. [Citados el 1 de Noviembre de 2012]. Comunicación personal.

MÖRLEIN, Daniel. Pig carcass grading in Europe. University of Göttingen, Institute of Animal Breeding and Genetics. [Presentación power point] 2008. Diapositivas, 1-31.

O'ROURKE, Bernie; RUSSELL, Ron y BUEGE, Dennis. Pork Carcass Evaluation. UW-Madison, Department of Animal Sciences. 2005. 2 p.

OTÁLORA V., Julio. Ecuación de predicción de porcentaje de magro en canales porcinas en Colombia, Asociación Colombiana de Porcicultores-Fondo Nacional de la Porcicultura [Presentación power point], Pereira, 2012, diapositivas 96

POMAR, C., y MARCOUX, M. Comparing the Canadian pork lean yields and grading indexes predicted from grading methods based on Destron and Hennessy probe measurements. [en línea]. En: Canadian Journal Animal Science, octubre 10 de 2012. P.451-458 [Citado el 30 de Noviembre de 2012]

PORK GRADING. [en línea] <<http://www.hennessy-technology.com/index.php?CID=132>> [Citado el 26 de septiembre de 2012]

PRINGLE, Dean. Pork Carcass Grading. Animal and Dairy Science, University of Georgia. [Presentación power point] Diapositivas, 1-16.

REFLECTANCIA. [en línea] <<http://es.wikipedia.org/wiki/Reflectividad>> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

REFLECTANCIA. [en línea] <http://lema.rae.es/drae/> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

Rendimiento de la carne. <<http://www.canadapork.com/es/informacion-sobre-la-industria/rendimiento-de-la-carne>> [Citado el 17 de Noviembre de 2012]

SATHERL, A. P., et al. The prediction of pork carcass composition using the Hennessy Grading Probe and the Aloka SSD-210DXII Echo Camera. [en línea] Canada Journal Animal Science. Vol 71, (Dec 1991), p.993-1000

SCHROEDER, Ted C. MINTERT, James, y BERG, Eric P. Valuing Market Hogs: Information and Pricing Issues. [en línea]. <www.agmanager.info>. University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Kansas, 2004. 20 p. [Citado el 30 de Octubre de 2012]

SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA. (9, 25–27, abril, 2001: Francia). Memorias. Institut Technique du Porc. 2001. 17 p.

SOSNICKI, Andrzej. “...sobre puntos críticos antes y durante el transporte a beneficio y puntos críticos en plantas de beneficio y desposte, todo dirigido a calidad de la carne ...”. [Presentación power point] Medellín: enero 2012. 77 diapositivas

ULTRASONIDO. [en línea] <<http://es.wikipedia.org/wiki/Ultrasonido>> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

ULTRASONIDO. [en línea] <http://lema.rae.es/drae/> [Citado el 3 de Diciembre de 2012]

URKIJO E., EGUINOVA, Paola y LABAIRU, Javier. Como se valora la calidad de la canal y la calidad de la carne, Universo Porcino, 2009. [en línea]. http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/carne_porcina_09_09_como_se_valora_la_calidad_de_la_canal_y_la_calidad_de_la_carne.html [Citado el 28 de Septiembre de 2012]