
DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN DE LA CALIDAD DE CARNE PORCINA PARA CONSUMO FRESCO EN EL URUGUAY

**ACUERDO DE TRABAJO INIA-BID
(AT 1004) PROYECTO 10 –
Tecnología para la Pequeña
Producción Familiar**

**Autores: Ana Echenique*
Gustavo Capra****

* Ing. Agr., Proyecto INIA-BID.

** Ing. Agr., M.Sc., INIA Las Brujas.

Título: DIAGNOSTICO DE SITUACIÓN DE LA CALIDAD DE CARNE PORCINA
PARA CONSUMO FRESCO EN EL URUGUAY
ACUERDO DE TRABAJO INIA-BID (AT 1004) PROYECTO 10 –
Tecnología para la Pequeña Producción Familiar

Autores: Ana Echenique
Gustavo Capra

Participantes: INIA Uruguay
Programa Animales de Granja - INIA Las Brujas
Ing. Agr. M.Sc. Gustavo Capra
Ing. Agr. Ana Echenique
Téc. Gr. Aldo Fregossi
Laboratorio de Calidad de Carne – INIA Tacuarembó
Ing. Agr. Gustavo Brito

Universidad de la República-Facultad de Química
Departamento de Grasas y Aceites
Dra. María Antonia Grompone
M.Sc. Teresa Pagano
Bach. Nahir Urruzola

IRTA Cataluña (España)
Centro de Tecnología de la Carne
Ing. Agr. Marina Gispert
Dr. Antonio Velarde

Serie Técnica N° 160

© 2006, INIA

ISBN: 9974-38-226-2

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay
<http://www.inia.org.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., Ph. D. Pablo Chilibroste - Presidente

Ing. Agr., Dr. Mario García - Vicepresidente



Ing. Agr. Eduardo Urioste

Ing. Aparicio Hirschy



Ing. Agr. Juan Daniel Vago

Ing. Agr. Mario Costa





ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES: LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE CARNE PORCINA EN EL URUGUAY	2
III. MATERIALES Y MÉTODOS	3
1. Determinaciones en la línea de faena	4
2. Determinaciones en la planta de desosado	5
3. Determinaciones en el laboratorio	10
4. Análisis de los datos	11
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
1. Peso de faena	12
2. pH a nivel de lomo y jamón	13
3. Espesor de grasa dorsal	14
4. Largo de la canal y circunferencia de jamón	15
5. Área de ojo de lomo	16
6. Peso y rendimiento de cortes valiosos	16
7. Pérdidas de peso de las canales por enfriado	17
8. Pérdidas de agua de la carne por goteo y cocción	18
9. Color de la carne	19
10. Porcentaje de grasa intramuscular de la carne	20
11. Terneza de la carne cruda y cocida	22
12. Perfil lipídico de la grasa	22
13. Calidad de concordancia	25
14. Otros atributos de calidad de carne	26
V. CONCLUSIONES	28
VI. AGRADECIMIENTOS	29
VII. BIBLIOGRAFÍA	30



DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN DE LA CALIDAD DE CARNE PORCINA PARA CONSUMO FRESCO EN EL URUGUAY

Ana Echenique¹

Gustavo Capra²

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, consistente en un estudio diagnóstico de la situación del sector porcino nacional en cuanto a calidad de carne para consumo fresco, se llevó a cabo en el marco del Acuerdo de Trabajo “Mejora de la Calidad de Carne Porcina” (INIA-BID AT1004), con participación del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), la Facultad de Química de la Universidad de la República y el Centro de Tecnología de la Carne del IRTA de Cataluña (España). La contribución de esta última institución se concretó a través de una misión de consultoría de corta duración a cargo de la Ing. Agr. Marina Gispert y el Dr. Antonio Velarde y de una supervisión a distancia con aportes en aspectos metodológicos y de interpretación de resultados.

Dicho acuerdo es parte del Plan Estratégico de INIA, encuadrándose dentro del objetivo específico que procura desarrollar información tecnológica aplicada a la elaboración de itinerarios o protocolos de producción para la obtención de productos diferenciados. Implica la profundización en el conocimiento de los diferentes aspectos de la producción comercial de carne de cerdo con el fin de establecer bases más sólidas para el desarrollo de la competitividad del sector porcino nacional y la inserción de la producción familiar en el complejo agroindustrial.

La primera actividad tendiente a alcanzar dicho objetivo fue la realización de un estudio exploratorio sobre características de calidad de las reses y la carne de cerdos faenados

con destino a consumo fresco, paralelo al desarrollo de un conjunto de ensayos que procuran evaluar el efecto de los principales factores con incidencia en la determinación de la calidad de producto (base genética, composición de la dieta, estrategia de alimentación, peso de faena, sexo, etc).

Al momento de iniciar el diagnóstico de calidad de carne porcina debió definirse qué se entiende por calidad, ya que éste es un término muy complejo que tiene diversas acepciones, dependiendo de la etapa de la cadena agroindustrial (producción, industrialización, comercialización, etc.) que se considere. Es así que se puede hablar de una calidad higiénica, una calidad tecnológica, una calidad sensorial, una calidad nutricional y hasta una calidad de presentación del producto, ya que nuevas presentaciones de los cortes tradicionales pueden modificar en el consumidor la intención de compra.

Durante la vida del animal, diversos factores como la nutrición, el sexo, la edad, el tipo genético, el sistema de producción (vinculado a la funcionalidad muscular), el manejo previo a la faena, son determinantes de la composición y calidad de la carne. Pero también las condiciones postmortem a las que se someta la carne (enfriamiento, maduración, etc.) tendrán gran influencia sobre la calidad del producto final.

El trabajo se centró en un estudio exploratorio de la calidad de canal y carne, abarcando aquellos parámetros de mayor relevancia desde el punto de vista tecnológico, sensorial y nutricional.

¹ Ing. Agr., Proyecto INIA-BID.

² Ing. Agr. M.Sc., INIA Las Brujas.

La experiencia se realizó a nivel de cinco industrias dedicadas a la producción, procesamiento y distribución de carne de cerdo para consumo fresco y la elaboración de productos chacinados. Estas empresas fueron seleccionadas por comprender casi el 60% de la producción porcina nacional y cerca del 80% de la producción de carne de cerdo para consumo fresco.

II. ANTECEDENTES: LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE CARNE PORCINA EN EL URUGUAY

La producción de cerdos es una actividad agropecuaria tradicional, que involucra a una alta proporción de los establecimientos rurales uruguayos. Según los datos del Censo General Agropecuario 2000, más del 30% de las explotaciones poseen cerdos, aunque en dos tercios de las mismas el destino de la producción es el autoconsumo. La misma fuente establece que el número de explotaciones comerciales asciende a 6069, lo que representa un 11,7% del total nacional (MGAP-DIEA, 2003).

La evolución del sector porcino en el período intercensal 1990-2000, muestra una marcada concentración de la producción en establecimientos de mayor escala y el cese de la actividad en una alta proporción de las explotaciones de escala menor (Capra y Echenique, 2003). Es muy probable que esta tendencia haya continuado durante el primer trienio del nuevo siglo, dada la agudización de las condiciones adversas para el sector. Existen indicios de recuperación de la producción nacional en los dos últimos años, pero las estadísticas oficiales no aportan información acerca de la respuesta de los diferentes estratos del sector productivo ante estos cambios de condiciones, aunque puede inferirse que los pequeños y medianos productores, con agudas limitaciones financieras, escasa disponibilidad de capital y restricciones de acceso al crédito, presentan una inercia mayor en su reacción a estímulos del marco.

Las circunstancias de mercado muestran dos hechos relevantes para el sector: la progresiva consolidación del consumo de cortes frescos para abasto y la apertura de una pequeña corriente exportadora.

La corriente exportadora recientemente establecida consiste en la comercialización de medias reses hacia Rusia; aunque el volumen de las operaciones es hasta ahora muy limitado (85 toneladas en el último año), significa la incorporación de una nueva oportunidad de diversificación comercial.

Con relación al mercado interno, datos aportados por INAC (2006) muestran que tras la caída del consumo cárnico global derivada de la crisis del 2001, se observa un crecimiento diferencial según especie, donde la tasa de recuperación de consumo de la carne de cerdo supera claramente a la observada en la carne vacuna. En el caso de la primera, el consumo no solo logró recuperarse en relación al registrado en el año 2000, sino que en el 2005 lo superó en un 10%. Por su parte, la carne vacuna no ha conseguido recuperarse, sino que la cifra de consumo actual está en más de un 60% por debajo a la registrada en el 2000. A su vez, se estima que el consumo promedio nacional de carne porcina fresca se incrementó en 1.6 veces en los últimos seis años, siendo en la actualidad de casi 2 kg/habitante/año (Ruiz, 2004, com.pers.)

Errea *et al.* (2006) confirman que esta tendencia se produce a pesar de que la relación de precios con otros cárnicos competitivos se modificó en forma negativa para los productos porcinos y sugieren que las perspectivas relacionadas a la carne vacuna y aviar permiten avizorar un futuro promisorio para la carne porcina.

La faena controlada de cerdos en el año 2005 fue de 18.6 mil tt, un 22% mayor que en el año anterior (INAC, 2006) y la importación de carne porcina correspondió a 8.2 mil tt, fundamentalmente desde Brasil (Errea *et al.*, 2005). Por tanto, el consumo aparente de carne porcina por habitante se ubicaría en un valor cercano a los 9 kg/año. El 80% de dicho consumo se realiza bajo la forma de productos chacinados y el 20% restante como

cortes frescos, fundamentalmente costillas, carré, asado, matambrito, bondiola y otras pulpas.

Desde el punto de vista de las características de las canales producidas, existe gran heterogeneidad de las tropas ingresadas a las principales plantas de faena del país; la variabilidad puede adjudicarse a factores tales como tipo genético, peso de faena, composición de la dieta y estrategias de alimentación. También existe una clara diferenciación entre los cerdos destinados a consumo fresco y los cerdos gordos destinados a chacinería, que normalmente se faenan con pesos mayores y que responden a una base genética más heterogénea (Petrocelli *et al.*, 2003).

Existe limitada información nacional con respecto al efecto de la combinación de tipo genético y sistema de producción sobre el comportamiento productivo, la calidad de la canal, el rendimiento en cortes nobles, la aptitud tecnológica de carne y grasa para su procesamiento industrial o los atributos de calidad de la carne para cortes frescos (Cozzolino, 1988; Bauza *et al.*, 2003; Galieta, 2005).

En relación al cerdo gordo para industria, también se dispone de escasas evidencias generadas por la investigación nacional con respecto al posible efecto del sistema de alimentación sobre la aptitud tecnológica

para la elaboración de productos chacinados. Agentes vinculados a la industria reportan problemas tecnológicos relacionados a consistencia de las grasas para elaboración de productos fermentados, enranciamiento que reduce la vida útil y determina devoluciones de productos, pérdidas de agua excesivas en cortes destinados a elaboración de cocidos, carnes de consistencia débil con baja aptitud para productos curados, etc. (Irigaray *et al.*, 2004; Grompone *et al.*, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló durante el período comprendido entre setiembre de 2005 y febrero de 2006 e involucró a cinco agroindustrias pertenecientes a la cadena cárnica porcina que integran la fase de producción primaria con la transformación y distribución de carne y productos elaborados.

La información referente al marco productivo (tipo genético, sistema de alimentación y sistema de producción) fue proporcionada por cada empresa. Los tipos genéticos predominantes fueron los híbridos comerciales de diferentes orígenes (brasileño, argentino, español). En todos los casos, durante la etapa de recría-terminación el alojamiento fue en confinamiento y la dieta se basó en raciones balanceadas compuestas por granos de cereales, oleaginosas, harinas de



Figura 1. Pulpas de jamon presentada para consumo fresco.

origen animal y complejos vitamínico-minerales. En algunas empresas la dieta incluyó suero de queso.

En total fueron muestreadas 250 reses representativas, a criterio de cada empresa, de la producción normal de las mismas, cuyo destino fuera el consumo fresco fundamentalmente. El 57% de las reses provenían de machos castrados, el 40% de hembras y el 3% de machos enteros.

La cantidad de animales evaluados por empresa, así como el número de muestreos fue función del volumen de producción de cada una de ellas.

En cada instancia de evaluación se procesaron entre 10 y 15 animales, número máximo de reses posibles de muestrear sin alterar sustancialmente la dinámica de trabajo, tanto en el matadero como en la sala de despiece.

Se llevaron adelante determinaciones en la línea de faena, en la planta de desosado y en el laboratorio con el fin de evaluar parámetros de calidad de canal, carne y grasa.

1. Determinaciones en la línea de faena

Todas las faenas fueron realizadas en establecimientos habilitados. Previo a la entrada a la planta de faena se determinó el **peso vivo** de la tropa en primera balanza.

Una vez efectuado el sacrificio utilizando el procedimiento normal de cada planta se obtuvo en segunda balanza el **peso de la canal** caliente con cabeza, sin grasa perirenal y sin riñones. Las reses fueron divididas longitudinalmente en dos partes y la cabeza separada de la canal (Figura 2). Cada una de las medias reses y la cabeza se identificaron con una tarjeta a fin de su posterior seguimiento durante la evaluación.

A partir de la relación entre peso vivo y peso de la canal en segunda balanza se estableció **rendimiento a la faena** (Figura 3).

A los 45 minutos post-mortem se determinó **pH** (pH_{45}) y **temperatura** (T_{45}) interna a nivel de los M. *Longissimus thoracis* (entre la 3ª y 4ª últimas costillas) y *Semimembranosus* de la media res izquierda (Figura 4). La medición de pH se realizó con un pH-metro de compensación automática de temperatu-

4



Figura 2. Faena de cerdos.



Figura 3. Pesada en segunda balanza.

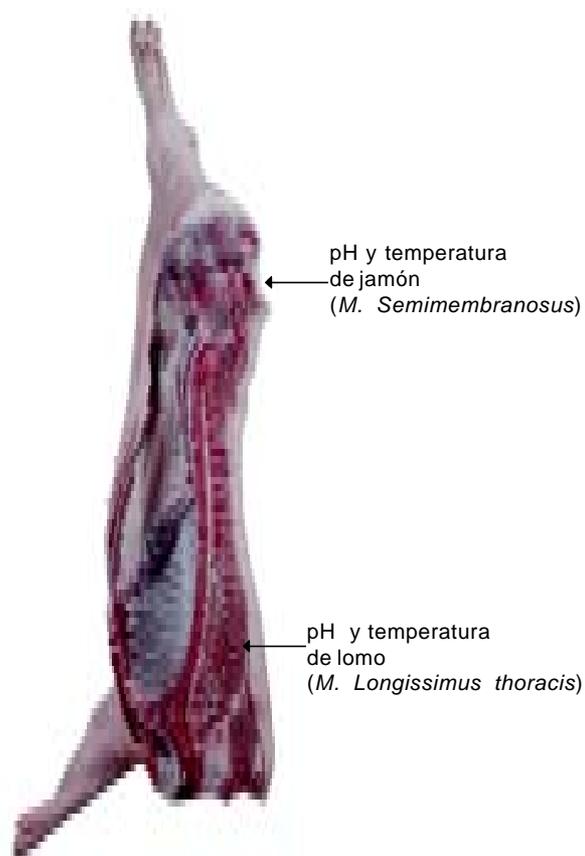


Figura 4. Ubicación de las determinaciones en la media res izquierda.

ra (Altronix modelo TPA-IV, USA) provisto de un electrodo de punción con polímero de xerolyt (Mettler-Toledo modelo LoT406-DKX, USA). En cada músculo se realizó una pequeña incisión con bisturí y se efectuaron dos lecturas sucesivas de pH, tomándose como valor final la media de ambas. Para la medición de la temperatura interna de los músculos se utilizó un termómetro digital provisto de sonda de punción metálica.

Las canales se conservaron en cámara de refrigeración a una temperatura entre 2 y 4°C durante las 24 horas siguientes a la faena.

2. Determinaciones en la planta de desosado

Se utilizaron las plantas de desosado de las propias empresas para la realización de mediciones en los canales y la toma de las correspondientes muestras de carne y grasa (Figura 5).

A las 24 horas de la faena, se obtuvo el **peso de la canal enfriada** y relacionando el mismo con el peso de la canal caliente se determinaron las **pérdidas por oreo/refrigeración**.



Figura 5. Mediciones a las 24 horas posmortem.

Una vez obtenido el peso de la canal enfriada, las restantes determinaciones se realizaron sobre la media res izquierda. Estas incluyeron:

Longitud de la canal: medida en cm desde el borde anterior de la sínfisis isquiopubiana a la parte media del borde anterior de la primera costilla (Figuras 6 y 7).

Circunferencia de jamón: medida en cm por encima de la articulación coxo-femoral, en la sección de mayor diámetro (Figura 7).

Espesor de grasa dorsal (EGD): promedio en mm del espesor obtenido en la línea media dorsal a la altura del M. Gluteus medius -espesor mínimo-, la última costilla -espesor medio- y la primera costilla -espesor máximo- (Figura 7).

Espesor de grasa dorsal promedio de los puntos estándar de INAC (EGD INAC): promedio en mm del espesor obtenido en la línea media a nivel de la última costilla y entre la última vértebra lumbar y primera sacra.

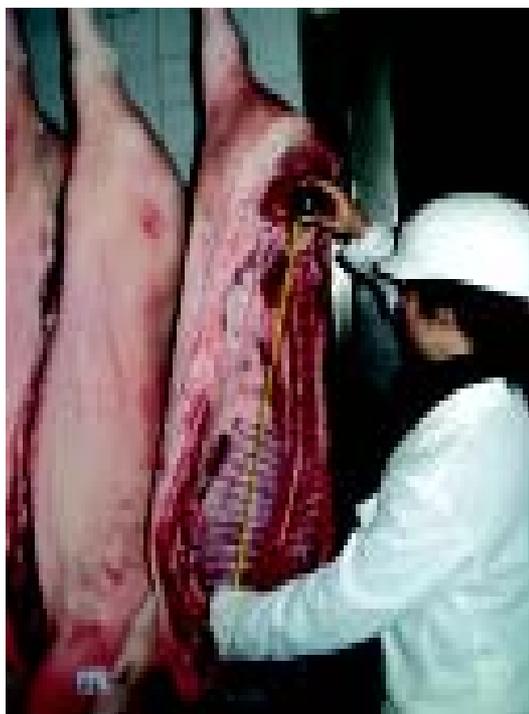


Figura 6. Determinación de largo de la canal a las 24 horas posmortem.

6

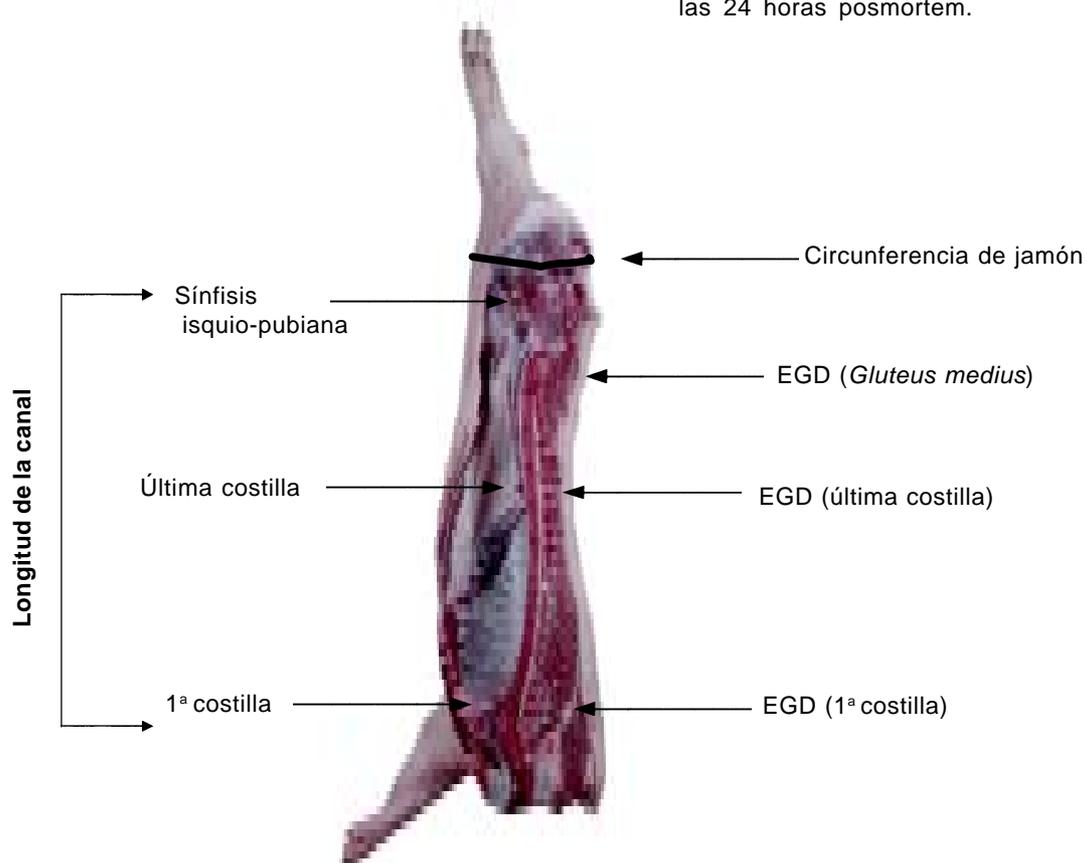


Figura 7. Ubicación de las determinaciones de longitud de canal, circunferencia de jamón y EGD en la media res izquierda.

Proporción de reses tipo “Cerdo Magro”: reses con un EGD medido a nivel de última costilla y entre la última vértebra lumbar y primera sacra menor o igual a 20 mm y un peso de carcasa sin cabeza entre 50 y 80 kg (Resolución #258-99 del Instituto Nacional de Carnes).

pH₂₄: pH a las 24 horas post-faena determinado a nivel de los M. *Longissimus thoracis* (entre la 3ª y 4ª últimas costillas) y *Semimembranosus*. La medición de pH se realizó con un pH-metro de compensación automática de temperatura (Altronix modelo TPA-IV, USA) provisto de un electrodo de punción con polímero de xerolyt (Mettler-Toledo modelo LoT406-DKX, USA). En cada músculo se efectuaron dos lecturas sucesivas y se tomó como valor la media de ambas (Figura 8).

Temperatura (T₂₄): medida en °C a nivel del interior de los M. *Longissimus thoracis* y *Semimembranosus* con termómetro digital provisto de sonda de punción metálica (Figura 8).



Figura 8. Determinación de pH y temperatura a las 24 horas posmortem.

Proporción de cortes comercialmente valiosos: a partir de la media canal izquierda se separaron las piezas que las empresas normalmente comercializan, determinándose la proporción de cada una de ellas en relación al peso total de la media res. Para la determinación del peso de cada pieza se utilizó una balanza digital (Sartorius modelo BL12, Germany) con precisión de 1 g y capacidad hasta 12000 g. La descripción de cada uno de los cortes se detalla a continuación:

Jamón (pulpa de jamón): Corresponde a la extremidad posterior del cerdo (pernil) sin pata, seccionada a nivel de la sínfisis isquiopubiana (separación de costillar y espinazo) y articulación fémoro-tibio-rotuliana (separación de pata). Implica la eliminación de piel y huesos (coxal y fémur), la conservación de músculos (entre ellos el *Semimembranosus*) y tejido adiposo de infiltración y la remoción de una proporción variable de grasa de cobertura.

Espinazo: Ubicado en la región dorsal de la canal, también se presenta sin piel y grasa de cobertura, pero con hueso. Se separa del cuarto delantero a través de un corte a nivel de la 3ª vértebra torácica, del cuarto trasero seccionando en la sínfisis isquiopubiana y del costillar por un corte longitudinal a 5 cm de la articulación de las costillas con las vértebras torácicas. Está compuesto principalmente por los M. *Longissimus dorsi* (*Longissimus thoracis* y *Longissimus lumborum*), *Psoas major* y *Psoas minor*. Según que músculo comprenda, es posible obtener las siguientes piezas comerciales: costilla o chuleta (porción de lomo *L. dorsi* cortado en sentido transversal con su trozo de hueso correspondiente) cinta de lomo o carré (*L. dorsi* entero sin hueso) y filete o solomillo (*P. major*).

Asado: Pieza constituida por el costillar (formado por los huesos de las costillas y la carne que las recubre) y músculos abdominales que corresponden al “matambrito” y el “vacío”. Se presenta sin piel y con una porción variable de grasa dorsal. Se obtiene seccionando a nivel de la 1ª costilla (para separar de la paleta), de la articulación isquiopubiana (para separar de pernil) y a

aproximadamente 5 cm de la articulación costovertebral (para separar de espinazo). Una variante comercial es el “*pechito*” que únicamente comprende el costillar, destinándose la porción de músculos abdominales para la elaboración de la “*panceta*”.

Paleta (pulpa de paleta): Corte perteneciente al cuarto delantero de la canal y se obtiene seccionando entre la 1ª y 2ª costilla (separación del costillar) y a nivel de la articulación medio carpiana (separación de la mano). Implica la eliminación de piel y huesos (segmento escapular y húmero), la conservación de músculos y tejido adiposo de infiltración y la remoción de una proporción variable de grasa de cobertura.

Bondiola (pulpa de bondiola): Pieza que se obtiene del dorso anterior de la res, limi-

tada cranealmente por el atlas y seccionada entre la 3ª y 4ª costilla. Se presenta deshuesada, desgrasada y sin piel. En otros países suele presentarse con hueso, comercializándose como parte del espinazo (“*costillas de aguja*”).

En la Figura 9 se muestra la forma de obtención de cada corte y en la Figura 10 su aspecto y correspondiente ubicación en la media res.

Área de ojo de lomo: se separó de la canal un trozo de lomo cortando transversalmente entre la 3ª y la 4ª últimas costillas. Sobre la superficie expuesta de ese trozo se midió el área del M. Longissimus thoracis utilizando una plantilla centimetrada (Figura 11).

8



A- Jamón.



B- Espinazo.



C- Bondiola.



D- Asado.

Figura 9 . Despiece de reses para la obtención de cortes comerciales.

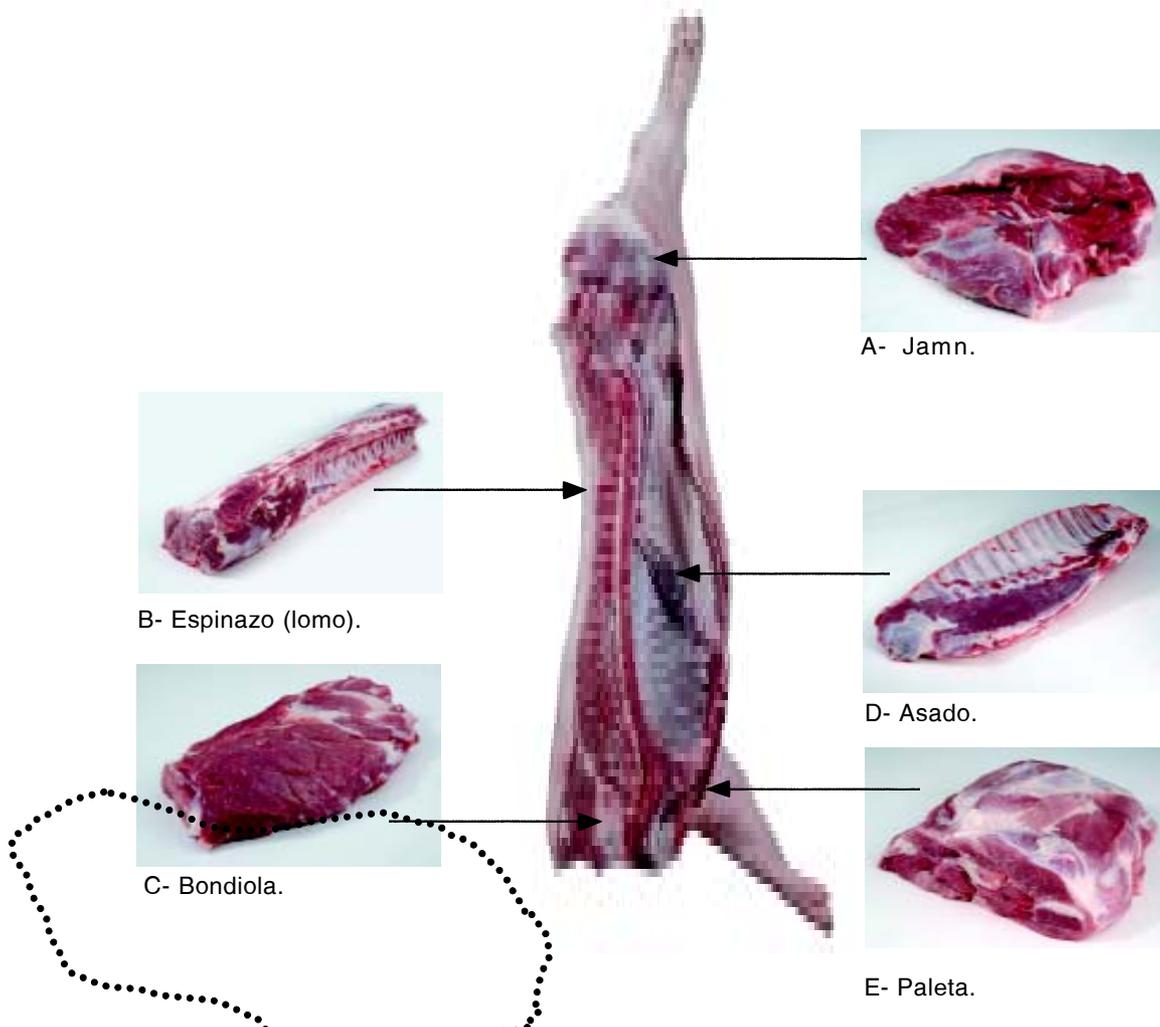


Figura 10. Cortes comercialmente valiosos y su ubicación en la media res.



Figura 11. Sección transversal de lomo con área de ojo delimitada.

3. Determinaciones en el laboratorio

De cada tropa evaluada fueron seleccionadas al azar 5 medias reses izquierdas. A partir de la 4ª y la 5ª últimas costillas de cada media res se extrajeron muestras de secciones transversales del M. *Longissimus thoracis* para las determinaciones de porcentaje de grasa intramuscular, pérdidas de agua por goteo, pérdidas de agua por cocción, color y terneza de la carne.

Se tomaron muestras de grasa subcutánea en la línea media dorsal a la altura de la 7ª vértebra caudal, la última y primera costilla para la determinación del perfil lipídico de la grasa.

Las muestras fueron acondicionadas con materiales apropiados para su utilización inmediata en el laboratorio (color, pérdidas de agua por goteo) o para ser congeladas para su procesamiento posterior (pérdidas de agua por cocción, terneza, porcentaje de grasa intramuscular, perfil lipídico de la grasa).

Las muestras de carne y grasa se procesaron en instalaciones de INIA Las Brujas (color, pérdidas de agua por goteo, área de ojo de lomo), en el Laboratorio de Calidad de Carne de INIA Tacuarembó (terneza, pérdidas de peso por cocción) y en el Laboratorio del Departamento de Grasas y Aceites de Facultad de Química (perfil lipídico y porcentaje de grasa intramuscular).

La **pérdida de agua por goteo** (drip loss) corresponde a la cantidad de agua que exuda de la carne por gravedad, sin aplicar fuerzas externas. La determinación se realizó en crudo utilizando el método de Honikel y Hamm (1994) modificado por Morón y Zamorano (2003). Se cortaron por duplicado secciones de carne a nivel del M. *Longissimus thoracis* de 15 mm de ancho x 15 mm de alto x 50 mm de largo, longitudinalmente a la fibra muscular. Las muestras fueron pesadas inicialmente en una balanza digital (Ohaus, USA) con capacidad para 4000 g y una precisión de 0.01 g y se colocaron en vasos plásticos suspendidas con bandas elásticas, procurando que la sección de carne no tocara las paredes del recipiente. El almacenamiento

de las muestras fue realizado en una cámara a una temperatura entre 1 y 2°C durante 24 horas y al finalizar ese período se estableció el peso final. El agua liberada se determinó midiendo el peso que perdieron las muestras.

La **pérdida de agua por cocción** (cooking loss) hace referencia a los fluidos liberados tras calentar la carne sin aplicar fuerzas externas. Para esta determinación se siguió el método descrito por Honikel (1998).

Para la determinación del **porcentaje de grasa intramuscular (GIM)** se utilizó el método de Folch, Lees y Sloane (1957). Para cada empresa la determinación se realizó a partir de una muestra compuesta de cada tropa evaluada.

Las mediciones de **color** se realizaron en forma objetiva con un colorímetro Minolta Chroma-Meter CR-200 (Osaka, Japón) a las 48 horas de la faena (Figura 12). Sobre la superficie expuesta del M. *Longissimus thoracis* (conservado a 2°C) se determinaron las coordenadas $L^* a^* b^*$, que hacen referencia al grado de refractancia de la luz, la variación de color entre el rojo y el verde y la variación de color entre el amarillo y el azul, respectivamente. El valor de cada coordenada resultó del promedio de tres mediciones sucesivas.

La **terneza** se evaluó mediante la técnica de resistencia al corte de Warner Bratzler para muestras en crudo y cocidas. Sobre secciones transversales del M. *Longissimus thoracis* se cortó, en forma paralela a la orientación de las fibras musculares, porciones de 10x10 mm de profundidad y 30 mm de largo las cuales fueron sometidas a la acción de la cizalla del texturómetro (Figura 13).

La determinación del **perfil lipídico** de la grasa se realizó por Cromatografía Gaseosa de los ésteres metílicos según lo establecido por la American Oil Chemists' Society (AOCS) Ce 1-91 (1993). La preparación de los ésteres metílicos se realizó según AOCS Ce 2-62 (1993). Se estableció la proporción de Ácidos Grasos Saturados (C14:0, C16:0, C18:0), Monoinsaturados (C16:1, C18:1) y Poliinsaturados (C18:2, C18:3) y sus relaciones (Ácidos Grasos Poliinsaturados/Áci-



Figura 12. Medición objetiva del color (Colorímetro Minolta Chroma-Meter).

dos Grasos Saturados, omega-6/omega-3, Acido Esteárico/Acido Linoleico).

4. Análisis de los datos

El análisis estadístico se realizó mediante el paquete estadístico SAS, versión 8 (Statistical Analysis System Institute, 1999). El procedimiento MEANS se utilizó para la obtención de la media como valor de tendencia central y la desviación estándar (D.E.) y el coeficiente de variación (C.V.) como estadísticos dispersivos. A la vez, el procedimiento REG fue utilizado para la obtención de las regresiones (R^2).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Peso de faena

El peso de faena promedio de los animales se ubicó por debajo de los 100 kg de peso vivo para la mayoría de las empresas. Si se considera el peso de la canal (segunda balanza) y el rendimiento promedio alcanzado (Cuadro 1), es posible estimar que el rango de peso a la faena se encontró entre los 55 y 110 kg para el total de cerdos muestreados.



Figura 13. Determinación de ternura (cizalla Warner Bratzler).

En la Figura 14 se presentan la frecuencias de peso a la faena. Se aprecia que el 85% del total de cerdos faenados pesaron menos de 100 kg en pie y que más del 60% pesó entre 80 y 99 kg.

En general, los valores de rendimiento de la canal alcanzados concuerdan, para el rango de peso de faena considerado, con los valores obtenidos por Petrocelli *et al.* (2003) en un trabajo de caracterización de los cerdos destinados a faena realizado en el marco del proyecto FPTA 130 (“Evaluación

Bioeconómica de Sistemas de Producción de Cerdos”).

Asimismo, en el mencionado trabajo se establece que el destino habitual de los cerdos de un peso menor a 90 Kg es el consumo fresco. En el presente diagnóstico, donde la mayor parte de las reses tienen ese destino, solamente el 54% de los cerdos totales fueron faenados con un peso inferior a los 90 kg.

Cuadro 1. Peso vivo, peso de carcasa y rendimiento a la faena

	MEDIA GENERAL	D.E.	C.V.
PESO VIVO (kg) PRIMERA BALANZA	87.83	-	-
PESO DE LA CANAL (kg) SEGUNDA BALANZA	71.68	9.40	13.0
RENDIMIENTO A LA FAENA (%)	81.61	-	-
PESO CANAL (kg) ENFRIADA 24 h	69.07	9.29	13.45
PESO MEDIA RES (kg) ENFRIADA 24 h	30.77	4.20	13.63

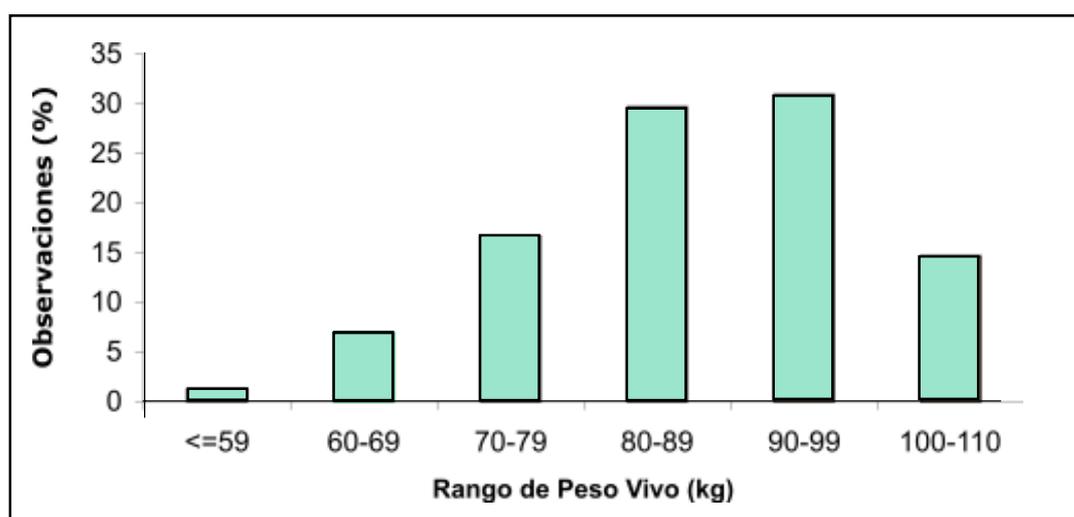


Figura 14. Frecuencias de peso de faena.

2. pH a nivel de lomo y jamón

La calidad tecnológica de la carne está determinada por los cambios bioquímicos que acontecen en el músculo tras el sacrificio de los animales. Dependiendo de estos cambios, se podrá estar ante carnes normales, aptas para la obtención de productos de calidad o ante carnes problemáticas: pálidas, suaves y exudativas (PSE) u oscuras, firmes y secas (DFD).

En una carne normal, el pH muscular desciende a valores 5.5-5.8 durante las 5 horas posteriores al sacrificio. Al faltar oxígeno, predomina la vía anaeróbica de la glucólisis, con producción de ácido láctico, lo que provoca un incremento de la temperatura y un descenso del pH.

Las carnes PSE, consecuencia del síndrome del estrés porcino, presentan una muy rápida caída del pH, alcanzándose el pH final (5.5-5.7) en los primeros 45 minutos tras la faena, cuando la res se mantiene todavía caliente. Esto provoca la desnaturalización de las proteínas miofibrilares y sarcoplasmáticas solubles y como resultado las carnes tienen una menor capacidad de retención de agua, lo que provoca pérdidas por goteo, falta de consistencia y un incremento de la cantidad de luz reflejada (palidez).

Por otra parte, las carnes DFD aparecen en cerdos que en el momento del sacrificio, debido a fatiga y factores de estrés medioambientales, presentan bajos niveles de glucógeno muscular y alta actividad enzimática de los citocromos. La consecuencia es que el pH final (próximo a 6.2) queda por encima del normal. Este pH, alejado del punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares, favorece la cantidad de agua retenida físicamente entre éstas y hace que la carne luzca firme, sin exudar agua y oscura, dado que la dispersión interna de la luz es menor.

En la evaluación, a los 45 minutos del sacrificio se obtuvo un pH medio superior a 5.8 y a las 24 horas se alcanzaron en promedio valores de pH mayores a 5.5. y menores a 6.3, rango recomendado tanto para la carne destinada al consumo fresco como para la elaboración de embutidos y chacinados (Cuadro 2).

El 3.2% de los lomos y el 5.6% de los jamones presentaron a los 45 minutos postmortem valores de pH inferiores a 5.8, lo que está indicando la presencia de carnes PSE o potencialmente PSE. El menor pH a nivel de jamón y lomo puede estar explicado por aspectos vinculados al tratamiento pre-faena (condiciones del transporte, tiempo de permanencia en los corrales de espera, prácticas de aturdimiento) en combinación con el tipo genético, probablemente de mayor sensibilidad al estrés (Velarde *et al.*, 2000; Fabrega *et al.*, 2002; Fernández *et al.*, 2002; Grandin, 2003; Gispert y Velarde, 2004).

Aquellas reses notoriamente mejor conformadas según apreciación visual, fueron precisamente las de tipo PSE.

Posteriormente, a las 24 horas, el 10% de los lomos y el 13% de los jamones presentaron un pH menor o igual a 5.5. Este bajo pH estará condicionando el rendimiento del producto final y la apariencia del corte y, en caso de elaborar jamón cocido, esta carne dará problemas de merma en la cocción y aspecto poco atractivo por una mayor incidencia de defectos de ligado y de la coloración (Arnau *et al.*, 1990).

La proporción de lomos y jamones DFD registrados fue del 3 y el 1%, respectivamente, dado que presentaron un pH mayor o igual a 6.3 a las 24 horas postmortem.

3. Espesor de grasa dorsal

El espesor de grasa dorsal (EGD) promedio en los puntos estándar de INAC (Cuadro 3) está ligeramente por debajo del registrado en el ya mencionado estudio del año 2003. En la evaluación actual el EGD promedio alcanzado es de 18.92 mm, mientras que en la anterior evaluación dicho promedio fue de 19.14 mm.

En promedio, el 59% de las reses evaluadas en este trabajo recibirían la certificación de "Cerdo Magro" de INAC (Cuadro 3). El 41% restante no entraría dentro de esta calificación debido a que presentan un EGD superior a los 20 mm o, de lo contrario, un peso de carcasa sin cabeza menor a 50 kg o superior a 80 kg.

Cuadro 2. pH y temperatura en lomo y jamón.

	MEDIA GENERAL	D.E.	C.V.
pH ₄₅ (lomo)	6.33	0.32	5.06
pH ₄₅ (jamón)	6.25	0.34	5.44
% lomo pH ₄₅ < 5.8 (PSE)	3.20	-	-
% jamón pH ₄₅ < 5.8 (PSE)	5.60	-	-
T ₄₅ (°C)	39	1	2.56
pH ₂₄ (lomo)	5.65	0.21	3.72
pH ₂₄ (jamón)	5.60	0.19	3.39
% lomo pH ₂₄ ≤ 5.5	10.00	-	-
% jamón pH ₂₄ ≤ 5.5	12.97	-	-
% lomo pH ₂₄ > 6.3 (DFD)	3.00	-	-
% jamón pH ₂₄ > 6.3 (DFD)	1.00	-	-
T ₂₄ (°C)	7	2	28.53

Esta situación puede deberse a factores de índole nutricional (relación energía/proteína de la dieta, entre otros) y/o genético, ya que en promedio se registraron bajos pesos de faena. Es conveniente, por tanto, un análisis más profundo de dichos factores a fin de determinar las causas de la obtención de animales con excesiva grasa de cobertura.

Relacionando el EGD con el peso de la canal, cabría esperar una alta correlación positiva. Sin embargo, en este caso no se halló dicha correlación, debido a la alta variabilidad que la característica EGD presentó para un mismo peso de carcasa, obteniéndose

un coeficiente de determinación inferior al 10%.

4. Largo de la canal y circunferencia de jamón

El largo de res y la circunferencia de jamón (Cuadro 4) son características de importancia económica dada su correlación positiva con la aptitud carnífera de las reses, tanto para la producción orientada a los cortes frescos, como para obtener piezas de calidad con destino a chacinería.

Cuadro 3. Determinaciones de EGD y clasificación de tipo de res.

	MEDIA GENERAL	D.E.	C.V.
ESPESOR DE GRASA DORSAL MEDIO (mm)	24.02	5.26	21.90
ESPESOR DE GRASA DORSAL - INAC (mm)	18.92	5.06	26.70
RESES TIPO "CERDO MAGRO" – INAC (%)	59.20	-	-

En general, se observa un mayor largo de res y circunferencia de jamón al aumentar el peso de la canal. Es así que el 60% de la variación de la circunferencia del jamón es explicada por el peso de la res ($R^2=0.60$) y en el caso del largo de la canal, más del 40% está definido por dicha variable ($R^2=0.44$).

Según los datos recabados, a partir de los 80 kg de peso vivo, cada 5 kg de aumento en el peso a la faena, se obtienen reses con una circunferencia de jamón y un largo de res superior en 1.1 cm y 1.3 cm, respectivamente.

5. Área de ojo de lomo

El área de ojo de lomo (Cuadro 4), conjuntamente con la proporción de grasa de cobertura, el contenido de grasa intramuscular y el rendimiento, es uno de los factores determinantes de la calidad carnífera de los animales. En el caso particular de esta característica existe una alta correlación con el rendimiento de carne aprovechable y en ella incide sustancialmente el tipo genético de los animales (Figura 16).

Entre las distintas empresas se obtuvo una diferencia de área de ojo de lomo de hasta 17 cm². Parte de esta variabilidad puede atribuirse a la disparidad en los pesos de faena, aún cuando el coeficiente de

Cuadro 4. Determinaciones a nivel de la canal.

	MEDIA GENERAL	D.E.	C.V.
LARGO DE LA CANAL (cm)	76.95	3.46	4.49
CIRCUNFERENCIA DE JAMON (cm)	66.60	4.61	6.92
AREA OJO DE LOMO (cm ²)	44.71	7.69	17.20



Figura 15. Medias reses porcinas dispuestas para la determinación de largo de res, circunferencia de jamón y espesor de grasa dorsal

determinación es apenas del 5%, pero seguramente existen diferencias genéticas al manejarse distintas líneas.

A pesar de la variabilidad registrada, se advirtió que aquellas empresas con mayor potencial genético presentaron los menores EGD y las mayores áreas de ojo de lomo.

6. Peso y rendimiento de cortes valiosos

En relación al peso y rendimiento de cortes comercialmente valiosos, estas características ofrecen una muy alta variabilidad entre empresas y aún dentro de una misma. Si bien los cortes comerciales realizados por éstas son básicamente los mismos (espinazo, bondiola, jamón, paleta y asado), diversos factores determinan la mencionada variabilidad. Los más importantes

son los efectos modalidad de despiece (grado de pulido, entre otros) y operario.

Se observó una importante disparidad entre empresas a la hora de realizar los recortes de carne y de grasa para obtener la pieza final. Quienes tienen una neta orientación a la venta de cortes frescos suelen realizar un pulido mucho más meticuloso, por lo que las piezas terminan rindiendo menos como tales, pero con una mejor presentación. Por el contrario, aquellas empresas que elaboran productos chacinados en proporción mayor, culminan el despiece sin llegar a pulidos muy exhaustivos (Figura 17).

En relación al efecto operario, a la interna de una misma empresa se observaron diferencias en la modalidad de trabajo entre el personal. Estos aspectos deben tenerse en cuenta al momento de capacitar a los trabajadores, con el fin de obtener piezas homo-



Figura 16. Costillas con diferente área de ojo de lomo.

géneas, con buena presentación y alcanzar el máximo rendimiento.

De acuerdo a la experiencia, el corte con mayor grado de similitud entre empresas y que puede ser tomado como patrón de comparación de estas características es el espinazo (Cuadro 5 y Figura 18). Para los demás cortes nobles se presenta el rango de rendimiento obtenidos para el total de empresas (Cuadro 6).

Si bien existe la tendencia a una disminución del rendimiento de cortes valiosos a medida que aumenta el peso de la canal, ésta carece de contundencia ($R^2= 0.10$) al registrarse alta variabilidad entre los tipos de animales y la modalidad de despieces realizados por las empresas.

7. Pérdidas de peso de las canales por enfriado

El promedio obtenido para pérdidas de peso por oreo/enfriado fue de 2.36%, hallándose dentro de los valores manejados por numerosas fuentes, que establecen como

normales pérdidas entre el 2 y el 2.5% para canales porcinas (Jasper y Placzek, 1978; Forrest *et al.*, 1979; López Bote and Warriss, 1988; Morón y Zamorano, 2004).

Sin embargo, debe destacarse la elevada variabilidad que se registró a nivel de las mencionadas mermas: el rango de pérdidas de peso por oreo/enfriado entre empresas fue de 1.6 a 3.52% en promedio.

Estas pérdidas se deben a diversos factores. Los más importantes son las condiciones de la refrigeración (duración y temperatura, grado higrométrico y velocidad del aire dentro de la cámara) y el peso y tenor graso de las canales. Cuanto menor peso y tenor graso presenta una canal mayores serán las pérdidas de peso durante el enfriado.

Una situación relativamente frecuente a nivel de la faena nacional es la demora en proporcionar condiciones de temperatura y humedad óptimas a las canales, inmediatamente luego del sacrificio. Debido a la elevación natural de la temperatura corporal luego del desangrado (superior a 39°C), producto



Figura 17. Despiece de medias reses en planta de desosado

Cuadro 5 . Peso y rendimiento de espinazo.

	MEDIA GENERAL	D.E.
PESO ESPINAZO (kg)	3.78	0.70
RENDIMIENTO ESPINAZO (%)	12.33	2.02

Figura 18. Espinazos obtenidos del despiece de medias reses



de las reacciones bioquímicas que se llevan a cabo en el músculo antes que se convierta en carne, es imperioso que la temperatura de las canales disminuya lo más pronto posible. El objetivo es controlar la proliferación microbiana y detener la incidencia de carnes PSE, frenando la caída de su pH. A pesar de lo anterior, a las 24 horas, la temperatura promedio de las reses suele alcanzar valores dentro del rango recomendado de 5 a 7 °C.

8. Pérdidas de agua de la carne por goteo y cocción

Otros parámetros vinculados con las mermas de peso son las pérdidas de agua por goteo y por cocción que permiten establecer la capacidad de retención de agua de la carne.

Las pérdidas por goteo hacen referencia a la solución roja acuosa de proteínas que emerge de la superficie del corte muscular en un período de 24 horas a una temperatura entre 1 y 2°C y la segunda implica las pérdidas al cocinar una sección del M. *Longissimus thoracis* hasta alcanzar una temperatura interna de 70°C (Honikel y Hamm, 1998).

Al igual que ocurre con las pérdidas por oreo/enfriado, las pérdidas de agua por goteo presentan una muy alta variabilidad, tanto entre empresas como a la interna de cada una (Cuadro 7).

El valor promedio obtenido de pérdidas por goteo fue del 3,82%. Trabajos internacionales que evalúan esta característica señalan también la alta variabilidad, hallándose pérdidas en un rango entre el 3.6% y el

Cuadro 6. Rango de rendimiento de los cortes comercialmente valiosos.

	RANGO DE RENDIMIENTO (%)	
	ESPINAZO	11.31
BONDIOLA	3.09	4.93
ASADO	9.86	12.62
JAMON	13.44	20.06
PALETA	7.00	9.66

15.2%, éste último valor para el caso de individuos hipermusculados, halotano positivos (Lundstrom *et al.*, 1989; Savage *et al.*, 1990; Van Moeseke and De Smet, 1999; Channon *et al.*, 2000; Schafer *et al.*, 2002; Otto *et al.*, 2006). De todas formas, pérdidas menores al 0.5% son consideradas óptimas y superiores al 4% determinan una apariencia indeseable para el consumidor, además de mermas económicas de importancia.

La capacidad de retención de agua de la carne depende básicamente de las condiciones en que se realizan los cambios de pH durante la transformación postmortem de músculo a carne (Offer, 1991; Huff y Lonergan, 2005). Aquellas reses con pH más bajos presentaron las mayores pérdidas por goteo para todas las empresas evaluadas.

Si bien los valores promedio obtenidos en el sondeo general están dentro de un rango aceptable, lo que llama la atención es la altísima variabilidad de esta característica, que en el caso de este estudio presentó un coeficiente de variación del 57%. Este valor coincide con lo reportado por Christensen (2003) y Otto *et al.* (2004), que con distintas metodologías de evaluación de pérdidas por goteo -incluida la utilizada en este trabajo- obtuvieron coeficientes de variación entre el 47.1 y el 70.4%.

Con relación a las pérdidas por cocción, un valor óptimo de estas se encuentra entre el 18 y el 24%, pero diversas fuentes concuerdan que la mayoría de las veces ocurren pérdidas por encima del 30% (Offer y Knight, 1988). Esto es lo ocurrido en el presente trabajo, donde las pérdidas promedio fueron del 32.1% para el total de las empresas, con una variabilidad superior al 12% (Cuadro 7).

9. Color de la carne

El color es un atributo sensorial muy importante en el caso de la carne y no solo influye sobre la elección y su aceptación por el consumidor sino que refleja además sus expectativas de calidad (Bredahl *et al.*, 1998).

La coloración de la carne se debe principalmente a la concentración de mioglobina, a los diferentes estados químicos en que ésta se encuentra y a las características físicas de la carne en su conjunto (pH, estado de las proteínas miofibrilares, grado de desnaturalización proteica, entre otros factores).

La bibliografía cita rangos de valores relativamente amplios para las coordenadas L^* a^* b^* (Bendall y Swatland, 1988; Cameron *et al.*, 1990; Van der Wal *et al.*, 1997; Rosenvold and Andersen, 2003; Norman *et al.*, 2003; Latorre *et al.*, 2004).

En el promedio general obtenido, las mediciones de L^* y b^* se encuentran dentro de valores normales para *Longissimus thoracis* porcino (Figura 19); mientras que el a^* se halla por encima (Cuadro 8). Esto estaría indicando colores no demasiado pálidos, con una alta tendencia al rojo. De todas formas, la variabilidad observada es muy importante.

En algunas muestras, el alto grado de marmoreado de la superficie del músculo pudo determinar un efecto blanquecino, determinando valores de L^* mayores.

Cuadro 7. Pérdidas de peso de la carne por goteo y cocción.

	MEDIA GENERAL	D.E.	C.V.
PÉRDIDAS DE AGUA POR GOTEO (%)	3.82	2.18	57.00
PÉRDIDAS DE PESO POR COCCIÓN (%)	32.16	3.91	12.17

10. Porcentaje de grasa intramuscular de la carne

El porcentaje de grasa intramuscular (GIM), incide directamente sobre la calidad sensorial y nutricional y es uno de los elementos que atienden los consumidores a la hora de elegir el producto.

El grado de infiltración de grasa intramuscular es posible apreciarlo a través del vetado de la carne. A mayor infiltración de grasa, mayor vetado "marbling" (Figura 20).

Los valores promedio para GIM obtenidos en el trabajo van desde el 2.35 al 6.35%, estando la media en 3.68% (Figura 21).

El tipo genético es probablemente el factor que mayor efecto tiene sobre el contenido de GIM y se podría considerar aceptable desde el punto de vista nutricional y organoléptico valores mayores a 2%, pero menores al 3.5%. Tenores inferiores a 2% estarían afectando negativamente atributos sensoriales como la jugosidad y ternura y por encima del 3.5%, se comienza a resentir la calidad nutricional (Davis, 1975; De Vol *et al.*, 1988; Jones, 1994; Fernández *et al.*, 1999).

De todas formas, es preciso señalar que carnes con hasta un 5% de GIM significan en una porción de 200 g una ingesta de 10 g de grasa y un aporte de 90 Kcal en una dieta



Figura 19. Muestras de lomo con valores diferentes de L*.



Cuadro 8. Color de la carne.

	MEDIA GENERAL	D.E.	C.V.
L*	51.33	3.62	7.05
a*	9.71	2.05	21.11
b*	7.58	3.74	49.00



Figura 20. Muestras de lomo con diferentes grados de infiltración de grasa intramuscular (marbling).

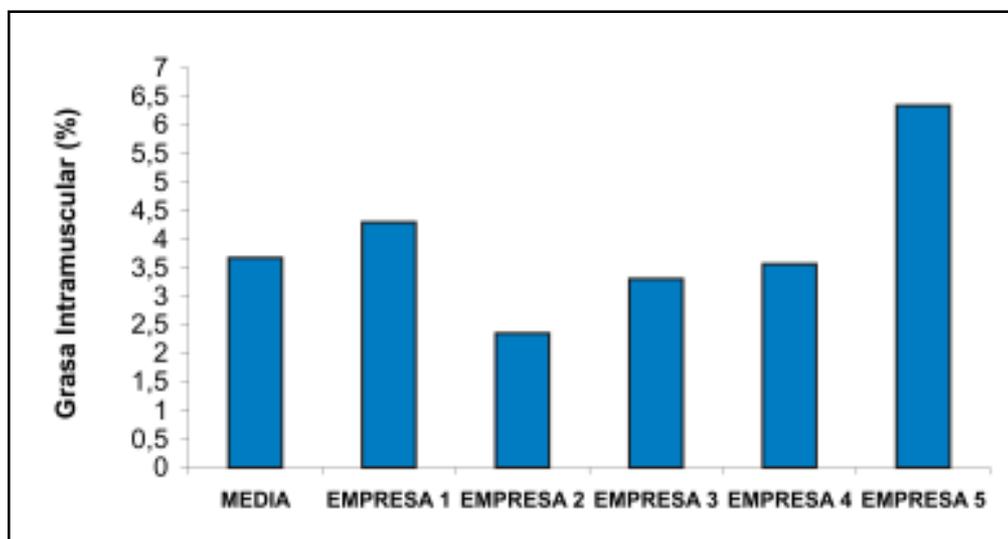


Figura 21. Porcentaje de grasa intramuscular (GIM) promedio general y por empresa.

media de 2000 Kcal. Esto estaría indicando que el problema de una ingesta excesiva de grasa no estaría dado por la GIM de cortes magros porcinos (Fernández y Pagano, 2006 com. pers.).

Casi no se halló correlación entre GIM y peso de la canal, como cabría esperar. Por tanto, como se indicó para la grasa de cobertura, dado que se está ante pesos de faena relativamente bajos, deberían estudiarse aspectos tales como tipo genético, alimentación (nivel de proteínas y aminoácidos, relación energía/proteína) y edad de los animales, todos ellos factores que inciden sobre el contenido de grasa intramuscular.

En el análisis general se observa que aquellas empresas con reses de EGD más elevado presentaron un mayor GIM ($R^2=0.33$).

11. Terneza de la carne cruda y cocida

La terneza es uno de los atributos más importantes de la carne, ya que determina, en gran medida, su aceptación por parte del consumidor y por ende su valor comercial (Chambers y Bowers, 1993).

Luego de la muerte del animal, la transformación del músculo en carne y el fenómeno de tenderización paralelo, son el resultado del conjunto de cambios estructurales y bioquímicos que tienen lugar en la célula muscular. Dichos cambios están influenciados por la especie animal y por las características fisiológicas y bioquímicas del músculo, así como por el perfil de pH-temperatura postmortem (Gil, 1996).

En el conjunto de la evaluación no se evidenció una mayor terneza de la carne cruda o cocida al aumentar el contenido graso de la res, medido por el EGD y la GIM.

Únicamente en los casos en que el EGD en los puntos de referencia de INAC superaron los 22 mm y la GIM fue mayor al 4.5% se observó una tendencia a obtener mayor terneza al aumentar el contenido graso.

Los valores de terneza obtenidos (Cuadro 9) se hallan dentro del rango considerado como de terneza media para carne porcina (Cameron, 1990; Latorre *et al.*, 2004). De todas formas, en el caso de esta carne, la terneza y el color son atributos que se evalúan en forma más certera a través del análisis sensorial con paneles de expertos o de consumidores.

12. Perfil lipídico de la grasa

En relación a esta característica, se observa gran variabilidad en el caso de algunos ácidos grasos, pero no dentro de una misma empresa. Esto se debe básicamente a que el perfil lipídico es en su mayoría dependiente de la dieta proporcionada, como se verá más adelante.

Algunas empresas se apartaron en forma importante de los valores de ácidos grasos promedio obtenidos para la totalidad de las reses evaluadas (Figura 22).

Esta situación es particularmente evidente en el caso de los Ácidos Grasos Poliinsaturados (PUFA) al observar el coeficiente de variación del parámetro y en particular el de los Ácidos Linoleico y Linoléico (Cuadro 10).

La posibilidad de modificar la cantidad y composición en ácidos grasos de las carnes y grasas animales hacia perfiles más saludables que los tradicionales, ha generado un gran número de investigaciones a nivel mundial (Koch *et al.*, 1968; Nurberg *et al.*, 1998; Oliver, 2000; López-Bote *et al.*, 2004; Teye *et al.* 2006). Ello se debe a que los lípidos de la

Cuadro 9. Terneza de la carne.

	MEDIA GENERAL	D.E.	C.V.
TERNEZA CARNE CRUDA (kg)	3.82	1.10	28.80
TERNEZA CARNE COCIDA (kg)	3.77	0.91	24.14

dieta han adquirido gran importancia por su relación con las principales enfermedades de la actualidad como las cardiovasculares, ciertos tipos de cáncer, diabetes, obesidad, etc. (Williams, 2000; García 2006)

Una vía factible de modificar el perfil lipídico de la grasa de los cerdos es a través de la dieta. Esto es así porque en monogástricos prácticamente toda la grasa del alimento se retiene en el organismo animal con pocas variaciones y existe una estrecha relación entre el tipo de grasa ingerida y depositada. Los lípidos de rumiantes, en cambio, sufren un proceso de biohidrogenación en el rumen que convierte a los PUFA en Acidos Grasos Saturados (SFA), fundamentalmente Acido Esteárico (Harfoot y Hazelwood, 1997 citado por García, 2006).

Por lo anterior, cuando el contenido graso de la dieta del cerdo es elevado y el perfil de esta grasa es rico en PUFA, los tejidos del animal mostrarán altas proporciones de este tipo de ácidos grasos, disminuyendo los SFA.

Elevados tenores de PUFA acarrear problemas tanto a nivel sensorial como tecnológico en procesos industriales. Altas proporciones de Acido Linoleico provocan texturas de la grasa demasiado fluidas y poco consistentes, lo que tiene repercusiones negativas sobre determinados productos, como los fer-

mentados y curados. En estos casos, un aumento de la fluidez de la grasa da lugar a piezas blandas y aceitosas, limitadas tecnológicamente por problemas de inestabilidad y enranciamiento y con escasa aceptabilidad por parte del consumidor (Warnants y Van Oeckel, 1996; López-Bote *et al.*, 2004; Ruiz y López-Bote, 2005).

Por otra parte, la solución no se encuentra en elevar el contenido de SFA, por su estrecha relación con la ocurrencia de enfermedades cardiovasculares. La meta, entonces, es lograr en los productos un perfil de ácidos grasos compatible con el valor nutricional y la calidad de los mismos.

En el estudio, el valor de PUFA promedio fue del 15.84%, variando entre el 10.77% y el 28.29%. En términos generales, se sugiere un límite entre 14 y 21% de proporción de PUFA en la grasa subcutánea para destinarla a la elaboración de productos chacinados. Estos porcentajes se obtendrían con niveles de inclusión de PUFA en la dieta entre 1.4 y 2.6% (Ruiz y López-Bote, 2005). De allí la importancia de conocer la materia prima a la hora de formular y elaborar las raciones para cerdos en terminación.

Una grasa es considerada blanda cuando la relación Acido Esteárico/Acido Linoleico es inferior a 1.47 (Daza y Buxadé, 2000). Las grasas evaluadas en el sondeo general reve-

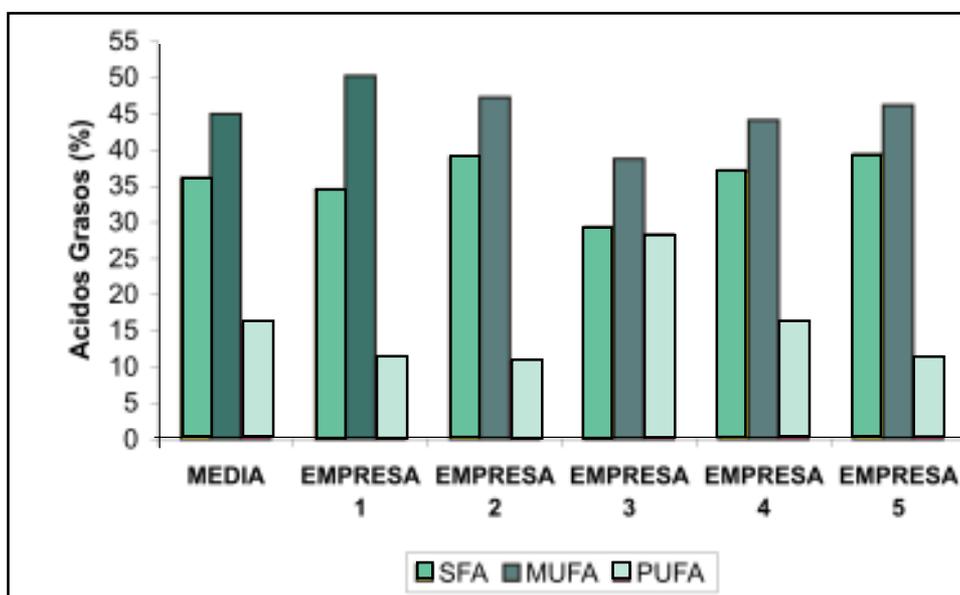


Figura 22. Proporción de ácidos grasos promedio y por empresa.

Cuadro 10. Perfil lipídico de la grasa subcutánea.

	Media general	D.E.	C.V.
% ácidos grasos saturados	36.15	3.86	10.67
% ácidos grasos monoinsaturados	45.03	3.84	8.54
% ácidos grasos poliinsaturados	15.84	6.10	38.50
% ácido mirístico (C14:0)	1.26	0.20	15.57
% ácido palmítico (C 16:0)	22.49	2.06	9.16
% ácido esteárico (C18:0)	12.40	1.93	15.60
% ácido palmitoleico (C16:1)	2.15	0.60	27.67
% ácido oleico (C18:1)	42.87	3.47	8.09
% ácido linoleico (C18:2)	14.17	5.33	37.62
% ácido linolénico (C18:3)	1.67	0.87	52.79
Relación PUFA/SFA	0.46	0.24	52.46
Relación Omega 6/Omega 3	9.03	2.38	26.34

lan ser blandas, ya que la relación de ambos ácidos grasos es de 1.15. Al igual que para la proporción de PUFA, esta relación es muy amplia entre empresas, ya que va desde 0.38 a 1.42.

Otras empresas se apartaron por encima de los valores promedio de Ácidos Grasos Monoinsaturados (MUFA) obtenidos para la totalidad de las reses evaluadas. La mayor proporción de MUFA está asociada a un mayor contenido de Ácido Oleico, que es el principal componente de dicho grupo de ácidos grasos. Esta situación es muy beneficiosa desde dos puntos de vista: en primer lugar, el Ácido Oleico tiene un efecto positivo sobre las lipoproteínas de alta densidad (HDL), factor de protección sobre enfermedades cardiovasculares y en segundo lugar, confiere atributos sensoriales de gran interés en carne fresca y productos curados a nivel de aroma (por efecto de sustancias volátiles como el octanal y nonanal), sabor y color de la grasa (Ventanas *et al.*, 1997).

En la producción de carne porcina, uno de los principales problemas desde el punto de vista nutricional consiste en la obtención de grasa con mayor proporción de Ácido Oleico ya que no son abundantes las fuentes ricas

en este ácido graso. En el caso de algunas empresas se ha conseguido una proporción de hasta el 48.3% en el tejido adiposo, guarismo superior al obtenido para el cerdo blanco español, que ronda el 47.5% en promedio (Blanco, 2000). Por esta razón resulta de sumo interés analizar los componentes de la dieta de terminación utilizada por dichas empresas a fin de capitalizar esta ventaja.

Teniendo en cuenta lo anterior, existe la posibilidad de diferenciar un tipo de cerdo destinado al consumo fresco y orientar los subproductos de éste a ciertas elaboraciones que admiten un perfil de ácidos grasos con mayor grado de insaturación. La obtención de reses con un mayor porcentaje de MUFA (Ácido Oleico) y PUFA (Ácido Linolénico, principalmente) determina un objetivo de gran relevancia.

Se constató que aquellas empresas que utilizan suero de queso como complemento nutricional en la dieta presentaron una mayor proporción de SFA. Esto probablemente esté asociado a que dicho alimento de origen animal posee un tenor de lípidos saturados más elevado.

Desde el punto de vista de la salud humana no solo interesan los niveles de los ácidos grasos por separado, sino que también la relación entre los mismos. Se recomiendan relaciones entre PUFA y SFA superiores a 0.45 (Warnants *et al.*, 1998). En el sondeo general se halló una relación de 0.46. En este caso, la media general de las empresas es un mal indicador de la situación, ya que una de las empresas presentó una relación PUFA/SFA igual a 0.97, mientras que en las cuatro restantes dicha proporción varió entre 0.28 y 0.44.

Otra relación de interés es la de los omega-6/omega-3. Los ácidos grasos omega-3 junto con los omega-6 son grasas esenciales para el metabolismo humano. Nutricionalmente, los valores óptimos de esta relación deberán ser inferiores a 5. De todas formas, dado que las dietas occidentales presentan relaciones por encima a dicho valor, llegando incluso a 17, la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2000) sugiere relaciones omega-6/omega-3 entre 4 y 10.

Tanto los valores de la media general (9.03) como los obtenidos por cada empresa particular (entre 6.82 y 10) superan la relación óptima de 5, pero se hallan dentro del rango estipulado por la Organización Mundial de la Salud.

Los resultados de la evaluación revelan aspectos de calidad muy positivos que contribuyen a otorgarle a la carne porcina una justa posición respecto a otras carnes de abasto.

Fundamentalmente en lo referente al tenor y calidad de la grasa, se observa una mejora sustancial a lo observado por Gil y Huertas (2001). Estos autores determinaron para la carne porcina un porcentaje de GIM de más del 9%, una relación PUFA/SFA de 0.28 y una relación omega-6/omega-3 cercana a 12.

Al comparar los resultados obtenidos en la evaluación actual con los del trabajo del año 2001, se comprueba una mejora de más del 60% a nivel de la grasa intramuscular, un 40% en la relación PUFA/SFA y en un 10% la relación omega-6/omega-3.

Estos valores pueden contribuir a fomentar el consumo de carne fresca de cerdo, basadas en sus atributos organolépticos y su valor nutricional, venciendo los preconceptos que poseen sobre la carne porcina los consumidores y formadores de opinión nacionales, incluidos médicos y nutricionistas.

13. Calidad de concordancia

La calidad de concordancia hace referencia a la consistencia en la calidad del producto dentro de una misma partida y entre diferentes partidas del mismo, si se considera el factor tiempo.

Independientemente de las propiedades que brinde el producto, también es un atributo de calidad ofrecer a los consumidores, de manera consistente, las propiedades pretendidas.

En el presente estudio se verificó una importante variabilidad en la mayoría de las características evaluadas. Para algunos parámetros, dicha dispersión se observa al comparar resultados entre empresas y para otros, la elevada variabilidad se manifiesta por diferencias importantes entre muestreos de una misma empresa.

Esta situación hace que muy probablemente se obtengan para un mismo origen productos de diferente calidad, entre y dentro de partidas. La falta de calidad de concordancia no contribuye a la necesaria estimulación del consumo de carne fresca de cerdo en nuestro país, independientemente de la empresa que la produzca.

En el Cuadro 11 se extraen los parámetros de mayor variabilidad, clasificados en dos grupos según el coeficiente de variación alcanzado.

Queda de manifiesto, por tanto, la importancia de manejar en forma coordinada los factores de producción con el fin de lograr una mayor homogeneidad del producto. A la luz de los resultados, dos factores fácilmente manejables por las empresas y de alto impacto sobre la calidad del producto son el peso de faena y la base genética de los animales. Fue posible observar dicho impacto en características tales como área de ojo

de lomo, largo de canal, circunferencia de jamón, espesor de grasa dorsal y porcentaje de grasa intramuscular

14. Otros atributos de calidad de carne

Como ya fue mencionado, las condiciones a las que son sometidos los animales antes, durante y después de la faena tendrán incidencia sobre la calidad de la carne y sus derivados.

Dichas condiciones se refieren a factores tales como ayuno previo, tratamiento durante la carga, transporte y descarga (Figura 23), tiempo y condiciones de la espera en los corrales (Figura 24), sistema de aturdimiento, degüello y desangrado, escaldado, pelado, flameado y enfriamiento de las canales, entre otros.

Si bien el presente trabajo no tuvo como objetivo específico evaluar los mencionados factores, cabe señalar que se observaron manejos en torno al sacrificio que determina-

ron la aparición de deficiencias que afectaron la calidad de las canales.

Además de los ya señalados problemas de carnes pálidas, suaves y exudativas por una rápida disminución del pH debido a un manejo estresante previo al sacrificio, se registró la ocurrencia de otros defectos de importancia en las canales.

El excesivo estrés pre-sacrificio (mezcla de animales, malos tratos, instalaciones inadecuadas), el sistema de aturdimiento (incorrecta aplicación de electrodos e intensidad de la corriente eléctrica) y el desangrado (excesivo tiempo transcurrido entre aturdimiento y degüello) son importantes causas de anomalías que deterioran la calidad de las reses. Dichas anomalías corresponden a petequias, equimosis, fracturas óseas (Figuras 25) y hematomas (Figura 26), fundamentalmente.

No obstante, también son factores que contribuyen a la aparición de dichas anomalías la predisposición al estrés de los animales, el alto desarrollo muscular y las lesiones previas

Cuadro 11. Clasificación de los parámetros evaluados de acuerdo a su variabilidad.

Parámetros con C.V. >10%
Peso de la canal en 2ª balanza
Peso de la canal enfriada (24 h)
rea de ojo de lomo
Peso y rendimiento del espinazo
Prdidas de peso por coccin
cidos grasos saturados
Parámetros con C.V. >20%
Temperatura de la canal (24 h)
Espesor de grasa dorsal
Espesor de grasa dorsal (INAC)
Prdidas de peso por enfriado y goteo
Color (a*, b*)
Terneza de la carne
cidos grasos poliinsaturados
Relacin PUFA/SFA
Relacin Omega-6/ Omega-3



Figura 23. Descarga de cerdos en el matadero.



Figura 24. Cerdos en corrales de espera de una planta de faena.

V. CONCLUSIONES

El presente estudio demuestra que, para la mayoría de los parámetros evaluados, la carne porcina uruguaya logra niveles de calidad altamente satisfactorios, asegurando al consumidor un producto con excelentes cualidades nutritivas y sensoriales.

Se destacan los bajos contenidos grasos, tanto a nivel subcutáneo como intramuscular, y el adecuado balance de ácidos grasos (relación PUFA/SFA y omega-6/omega-3).

Se valora el esfuerzo de las empresas por alcanzar niveles superiores desde el punto de vista sensorial, nutricional y económico, aunque existe un amplio campo de acción a diferentes niveles para mejorar los



Figura 25. Fractura a nivel de vértebras.



Figura 26. Hematomas por golpes.

parámetros de calidad de la canal y carne porcina.

Las empresas han orientado sus acciones a mejorar la genética, la alimentación y el manejo con el fin de alcanzar un cerdo con mayor porcentaje de tejido magro y menos grasa de cobertura, ya sea para industria como para consumo fresco.

Esta situación está justificada por la ausencia de una clara definición de las preferencias de los consumidores en materia de calidad de carne porcina, salvo la exigencia de cortes con menor contenido graso.

Es necesario un mayor control de los procesos "porteras afuera", entre los que se destacan tratamientos previos a la faena (transporte y descarga en matadero, condiciones de alojamiento en corrales de espera), operaciones durante el sacrificio (sistema de aturdimiento, escaldado, pelado), manejo del frío post-faena (tiempo y temperatura), etc. Si bien estos factores no fueron evaluados específicamente por este trabajo, sin lugar a dudas han tenido gran incidencia en varios de los parámetros de calidad estudiados: pH, mermas de peso por enfriado, pérdidas de agua por goteo y color, por nombrar solo algunos.

A pesar de que la proporción de reses orientadas al consumo fresco es muy importante, ninguna de las empresas ha desarrollado hasta el momento una línea de producción específica con ese destino, a excepción de los vinculados a tenor graso y proporción de tejido magro.

Teniendo en cuenta que en nuestro país el cerdo producido tiene un doble propósito (consumo fresco y elaboración de productos chacinados), se constató una escasa atención de las empresas en relación a la composición química de la grasa de las reses procesadas. En algunos casos la grasa presenta un perfil lipídico totalmente incompatible con el destino industrial, que determina problemas tecnológicos y económicos de entidad.

El trabajo de diagnóstico proporcionó a las empresas información para incorporar prácticas rutinarias de evaluación de calidad.

En este sentido se recomienda en una primera instancia incorporar determinaciones de pH, temperatura de las canales y pérdidas de agua por refrigeración y goteo.

En el caso de las empresas que elaboran productos curados y fermentados, también se sugiere la realización de controles de calidad de la grasa, por lo menos a nivel de perfil térmico y grado de insaturación.

Dado que existe la posibilidad de diferenciar un tipo de cerdo destinado al consumo fresco y orientar los subproductos de éste a ciertas elaboraciones que admiten un perfil de ácidos grasos con mayor grado de insaturación, la obtención de reses con un mayor porcentaje de MUFA y PUFA y una mejor relación PUFA/SFA y omega-6/omega-3 es una meta de gran relevancia.

Aunque pueda parecer complejo el desarrollo de dos líneas de animales diferentes según el destino final, la consolidación de la tendencia creciente del consumo fresco podría justificar esta estrategia.

La producción de carne de cerdo para consumo fresco, parece abrir nuevas oportunidades a que los pequeños y medianos productores familiares se integren a la cadena agroindustrial porcina. Los sistemas de producción prevalecientes en este tipo de productores tienden a la asignación de una mayor superficie por animal, permiten el desarrollo de la conducta natural del cerdo y por lo tanto un menor estrés- y determinan un mejor estado sanitario en relación a los sistemas de producción más intensivos. A nivel mundial, también se destacan en el mismo sentido los beneficios de los sistemas de cría al aire libre, tanto a nivel de los rendimientos físicos como de calidad de producto al ser analizados desde el punto de vista económico, social y de las condiciones del medio ambiente (Warriss *et al.*, 1983; Honeyman, 1996; Sather *et al.*, 1997; Backus *et al.*, 1998; Barton Gade, 2002). Parece imprescindible reunir evidencias del efecto de estos sistemas de producción sobre algunas características definitorias de la calidad: desarrollo y consistencia del tejido muscular, contenido de grasa intramuscular, color de la carne, perfil lipídico (Petersen *et al.*, 1997; Thorton, 1988, citado por Gentry y

McGlone, 2003; Jonsall *et al.*, 2001; Nilzen, 2001).

Si bien las cinco empresas evaluadas producen y desarrollan sus propios circuitos comerciales, eventualmente compran a terceros, en su mayoría productores familiares. Una oportunidad comercial para estos últimos estaría dada por su incorporación a un sistema de integración con las empresas (como ya sucede con un par de ellas) y el estricto cumplimiento de un itinerario tecnológico supervisado para lograr carne de calidad. Otra alternativa que no debe descartarse consiste en la formación de circuitos de producción y comercialización a través de emprendimientos asociativos entre productores familiares.

La difusión de información objetiva sobre el valor nutricional y las propiedades sensoriales de la carne porcina, permitirá que los consumidores y los formadores de opinión superen preconceptos y aprecien las bondades de la carne de cerdo, fortaleciendo la tendencia incremental del consumo.

Este proceso de evolución deberá ir acompañado por el perfeccionamiento de mecanismos de certificación asociados a la evaluación y tipificación de canales, complementados con la utilización de una denominación, como el sello de "Carne Magra de Cerdo" de INAC, que el consumidor asocie con la garantía de que se trata de un producto de calidad. También en esta tarea deberá conjugarse el esfuerzo del conjunto de los actores de la cadena agroindustrial porcina con el sistema de innovación tecnológica y las instituciones públicas con competencia regulatoria.

A fin de continuar con el proceso de mejora de la calidad de carne porcina, es ineludible ajustar aspectos de genética, alimentación, manejo previo y durante la faena, prácticas de desosado y manejo del frío, entre otros. Por ello se vislumbran oportunidades de trabajo conjunto entre el sistema de generación de tecnología y los productores para desarrollar el conocimiento tecnológico necesario para seguir avanzando en el camino hacia la calidad.

VI. AGRADECIMIENTOS

A los directores de las empresas participantes, así como a los técnicos y operarios de plantas de faena y de despiece por su invaluable contribución al desarrollo del presente trabajo.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, D.** 2002. Influencia de las condiciones antemortem y la tecnología del sacrificio sobre la calidad de la carne porcina. Memoria Tesis de Doctorado. Facultad de Veterinaria-Universidad de Murcia. España. 347 pp
- ARNAU, J.; MANEJA, E. Y GUERRERO, L.** 1990. Influencia de la calidad de carne en el jamón cocido y curado. *Anaporc* 88:60-66.
- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY SOCIETY (AOCS).** 1993. Official Methods and Recommended practices of the American Oil Chemists' Society. Champaign (USA).
- BACKUS, G.B.C.; VAN WAGENBERG, C.P.A. AND VERDOES, N.** 1998. Environmental impact of pig meat production. *Meat Sci.* 49:265-272
- BARTON GADE, P.** 2002. Welfare of animal production in intensive and organic systems with special reference to Danish organic pig production. *Meat Sci.* 62:353-358.
- BAUZA, R.; GIL, M.J. Y PETROCELLI, H.** 2003. Evaluación del comportamiento de cuatro tipos de cerdos sometidos a los tres sistemas de alimentación más comúnmente utilizados en el país. **In:** Evaluación Bioeconómica de Sistemas de Producción de Cerdos. FPTA 130. Serie FPTA-INIA. pp 88-134.
- BREDAHL, L.; GRUNERT, K.G. AND FERTIN, C.** 1998. Relating consumer perceptions of pork quality to physical product characteristics. *Food Quality and Preference* 9(4):273-280.
- BENDALL, J.R. AND SWATLAND, H.J.** 1988. A review of the relationship of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Science* 24(1): 85-126.
- BLANCO, P.** 2000. La calidad de la canal y de la carne en cerdos ibéricos. **En:** Producción Porcina: aspectos claves. Madrid. Mundi-Prensa. pp. 259-274.

- CASSENS, R. G.** 2000. Historical perspectives and current aspects of pork quality in the USA. *Food Chemistry* 69 (4): 357-363.
- CHAMBERS, E.N. AND BOWERS, J.R.** 1993. Consumer perception of sensory quality in muscle foods. *Food Technology* 47: 116-120.
- CHANNON, H.A.; PAYNE, A.M. AND WARNER, R.D.** 2000. Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality. *Meat Science* 56(3):291-299.
- CHRISTENSEN, L.B.** 2003. Drip loss sampling in porcine *M. longissimus dorsi*. *Meat Science* 63(4):469-477.
- COZZOLINO, D.** 1988. Evaluación de tres niveles de inclusión de afrechillo de arroz en dietas para cerdos en engorde. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Facultad de Agronomía. 81 pp.
- DAVIS G.W.** 1975. Relationship of quality indicators to palatability attributes of pork loins. *J. Anim. Sci.* 41(5), 1305-1313.
- DAZA, A. Y BUXADÉ, C.** 2000. La calidad de carne del cerdo blanco. **En:** Producción Porcina: aspectos claves. Madrid. Mundi-Prensa. pp. 239-257.
- DE VOL D.L.; MCKEITH F.K.; BECHTEL P.J.; NOVAKOFSKI J.; SHANKS R.D. AND CARR T.R.** 1988. Variation in composition and palatability traits and relationship between muscle characteristic and palatability in a random sample of pork carcasses. *J. Anim. Sci.* 66(2), 385-395.
- ERREA, E.; ILUNDAIN, M. Y PEYROU, J.** 2006. Porcinos: situación actual y perspectivas **In:** Anuario OPYPA 2005. MGAP-OPYPA. pp 51-61.
- FABREGA, E.; MANTECA, X.; FONT, J.; GISPERT, M.; CARRION, D. AND VELARDE, A.** 2002. Effects of halothane gene and pre-slaughter treatment on meat quality and welfare from two pig crosses. *Meat Science* 62(463-472).
- FERNÁNDEZ, X.; NEYRAUD, E.; ASTRUC, T. AND SANTE, V.** 2002. Effects of halothane genotype and preslaughter treatment on pig meat quality. Part 1. Postmortem metabolism, meat quality indicators and sensory traits of *M. longissimus lumborum*. *Meat Science* 62:429-437.
- FERNÁNDEZ, X.; MONIN G.; TALMANT A.; HOUROT J. AND LEBRET B.** 1999. Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat-2. Consumer acceptability of *M. longissimus lumborum*. *Meat Sci.* 53, 67-72.
- FOLCH, J.; LEES, M. AND SLOANE STANLEY, G.H.** 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
- FORREST, J.C.; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B.; JUDGE, M.D. AND MERKEL, R.A.** 1979. Fundamentos de la Ciencia de la Carne. Edit. Acribia. Zaragoza. España. pp 150-158.
- GARCÍA, P.T.** 2006. Nuevos aspectos nutricionales de los lípidos cárnicos. *Revista Aceites y Grasas.* Tomo XVI. Vol 2. Nº63.
- GALIETTA, G.** 2005. Calidad de la carne porcina. **In:** Jornada-Taller Utilización de pasturas en la alimentación de cerdos. Facultad de Agronomía. Montevideo-Uruguay. pp 33-38.
- GENTRY, J.G. AND MCGLONE, J.** 2003. Alternative pork production systems: overview of facilities, performance measures and meat quality. *Proc. 3rd. International Meeting of Swine Production.* Vila Real-Portugal. pp 10-20.
- GIL, A. Y HUERTAS, S.** 2001. Efectos de los diferentes sistemas de producción de bovinos sobre la composición y calidad de las carnes. **In:** Efectos del sistema de producción sobre las características de la carne vacuna. FPTA 04. Serie FPTA-INIA. pp.15-37
- GIL, M.** 1996. Tenderización o maduración de la carne. *Eurocarne* 43.7 pp.
- GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; OLIVER, M.A.; GUÁRDIA, M.D.; COLL, C.; SIGGENS, K.; HARVEY, K. AND DIESTRE, A.** 2000. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Science* 55 (1): 97-106.
- GISPERT, M Y VELARDE, A.** 2004. Efecto del sistema de aturdimiento y la presencia del gen halotano sobre la calidad del producto final en porcino. *Eurocarne* 132.7pp.
- GRANDIN, T.** 2003. The welfare of pigs during transport and slaughter. *Pig News and Information* 24(3):83-90.
- GROMPONE, M.A.; IRIGARAY, B.; GIL, M.** 2006. Estudio del exudado de aceite en salamines en función de las propiedades

- de la grasa utilizada. Revista Aceites y Grasas. Tomo XVI. Vol 1. Nº62
- HONEYMAN, M.S.** 1996. Sustainability issues of U.S. swine production. Journ. Of Anim. Sci. 74:1410-1417.
- HONIKEL, K.O.** 1998. Reference for the Assessment of Physical Characteristics of Meat. Meat Science, 49(4): 447-457.
- HONIKEL, K.O. AND HAMM, R.** 1994. Measurement of water-holding capacity and juiciness. In Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. Advances in Meat Research Series. Ed. Pearson A.M. y Dutton T.R. Vol. 9:125-161.
- HUFF, E. AND LONERGAN, S.M.** 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: the role of postmortem biochemical and structural changes. Meat Science 71(1):194-204.
- IRIGARAY, B.; GIL, M. Y GROMPONE, M.A.** 2004. Propiedades de las grasas utilizadas en algunos embutidos crudos. In: Memorias XIII Seminario Latinoamericano y del Caribe. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Montevideo-Uruguay.
- INSTITUTO NACIONAL DE CARNES.** 2006. Anuario Estadístico 2005.
- JASPER, W. AND PLACZEK, R.** 1978. Conservación de la Carne por el Frío. 1a Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Pp. 111-121 pp.
- JONES S.D.M.; TONG A.K.W.; CAMPBELL C. AND DYCK R.** 1994. The effects of fat thickness and degree of marbling on pork color and structure. Can. J. Anim. Sci. 74(1), 155-157.
- JONSALL, A.; JOHANSSON, L. AND LUNDSTROM, K.** 2001. Sensory quality and cooking loss of ham muscle (*M. biceps femoris*) from pigs reared indoors and outdoors. Meat Sci. 57:245-250.
- KOCH, D.E.; PEARSON, A.M.; MAGEE, W.T.; JOEFER, J.A. AND SCHWEIGERT, B.S.** 1968. Effect of diet on the fatty acid composition of pork fat. Journal of Animal Sci. 27:360-365.
- LATORRE, M.A.; LÁZARO, R.; VALENCIA, D.G.; MEDEL, P. AND MATEOS, G.G.** 2004. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits and meat quality characteristics of heavy pigs. Journ. Of Anim. Sci. 82:526-533.
- LÓPEZ-BOTE, C. AND WARRISS, P.D.** 1988. A note of the relationship between measures of water holding capacity in the *M. longissimus dorsi* and total drip loss from butchered pig carcasses during storage. Meat Science, 23(3):227-234
- LÓPEZ-BOTE, C.; REY, A.I.; ORTIZ, L. Y MENOYO, D.** 2004. Cambios en el perfil de ácidos grasos en productos animales en relación con la alimentación animal y humana. 2. Monogásticos. XX Curso de Especialización FEDNA. Barcelona. 23-24. Noviembre 2004.
- LUNDSTROM, K.; ESSEN, B.; RUNDGREN, M.; EDFORSLILJA, I. AND MALMFORS, G.** 1989. Effect of halothane genotype on muscle metabolism and slaughter and its relationship with meat quality - a within-litter comparison. Meat Science 25(4):251-263.
- MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA-DIEA.** 2003. Producción de Cerdos en Uruguay: Contribución a su conocimiento. DIEA. 19 pp
- MORÓN, O. Y ZAMORANO, L.** 2004. Pérdida por goteo en carne cruda de diferentes tipos de animales. Revista Científica Universidad de Zulia. Vol.14, no.1, p.36-39.
- NILZEN, V.; BABOL, J; DUTTA, P.C.; LUNDEHEIM, N.; ENFALT, AC AND LUNDSTROM; K.** 2001. Free range rearing of pigs with access to pasture grazing: effect on fatty acid composition and lipid oxidation products. Meat Sci. 58: 267-275.
- NORMAN, J.L; HEYMANN, H. AND LORENZEN, C.L.** 2003. Pork loin relative to sensory and instrumental tenderness and consumer acceptance. Meat Science 65: 927-933.
- NURNBERG, K.; WEGNER, J. AND ENDER, K.** 1998. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. Livestock Production Science. 56 (2) (1998) pp 145-156.
- OFFER, G.** 1991. Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat - effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. Meat Science 30(2):157-184.
- OFFER, G. AND KNIGHT, P.** 1988. The structural basis of water-holding capacity in meat. Part 1: general principles and water uptake in meat processing. Meat Science. Vol 4 :61-171.

- OLIVER, M.A.** 2000. Últimas tendencias conceptuales sobre la calidad de la carne de porcino y perspectivas. In: Producción Porcina: aspectos claves. Madrid. Mundi-Prensa. pp. 223-238.
- OTTO, G.; ROEHE, R.; LOOFT, H.; THOELKING, L. AND KALM, E.** 2004. Comparisson of different methods for determination of drip loss and their relationships to meat quality and carcass characteristics in pigs. *Meat Science* 68(3):401-409.
- OTTO, G.; ROEHE, R.; LOOFT, H.; THOELKING, L.; HENNING, M.; PLASTIW, G.S. AND KALM, E.** 2006. Drip loss of case-ready meat and premium cuts and their associations with earlier measured sample drip loss, meat quality and carcass traits in pigs. *Meat Science* 72(1):680-687.
- PETERSEN, S.J.; BERGE, P.; HENCKEL, P. AND SOERENSEN, T.M.** 1997. Collagen characteristics and meat texture of pigs exposed to different levels of physical activity. *J. Muscle Foods*. 8:47-61.
- PETROCELLI, H.; COSTAS, G.; URBIN, G. Y PUIG, A.** 2003. Caracterización de las plantas de faena y los cerdos destinados a la faena. In: Evaluación Bioeconómica de Sistemas de Producción de Cerdos. FPTA 130. Serie FPTA-INIA. pp 11-30.
- ROSENVOLD, K. AND ANDERSEN, H.J.** 2003. The significance of pre-slaughter stress and diet on colour and colour stability of pork. *Meat Science* 63:199-209.
- RUIZ, J. Y LÓPEZ-BOTE, C.** 2005. Alimentación y calidad sensorial de cerdos destinados a la obtención de productos cárnicos de calidad diferenciada. XXI Curso de Especialización FEDNA. Barcelona 7-8 Noviembre 2005.
- SATHER, A.P.; SCHAEFER, A.L.; COLYN, J. AND ROBERTSON, W.M.** 1997. Feedlot performance, carcass composition and meat quality of free-range reared pigs. *Can. Journ. Of Anim. Sci.* 77:225-232.
- SAVAGE, A.W.J.; WARRISS, P.D. AND JOLLEY, P.D.** 1990. The amount and composition of the proteins in drip from stored pig meat. *Meat Science* 27(1): 289-303.
- SCHAFER, A.; ROSENVOLD, K.; PURSLOW, P.P.; ANDERSEN, H.J. AND HENCKEL, P.** 2002. Physiological and structural events postmortem of importance for drip loss in pork. *Meat Science* 61(3):355-366.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE.** 1999. *User's Guide Statistics*. SAS. University North of California, U.S.A. Ver. 8.
- TEYE, G.A.; SHEARD, P.R.; WHITTINGTON, F.M.; NUTE, G.R.; STEWART, A AND WOOD; J.D.** 2006. Influence of dietary oils and protein level on pork quality. 1. Effects on muscle fatty acid composition, carcass, meat and eating quality. *Meat Sci.* 73: 157-165.
- VANDER WAL, P.G.; ENGEL, B. AND HULSEGGE, B.** 1997. Causes for variation in pork quality. *Meat Science* 46:319-327.
- VAN MOESEKE, W. AND DE SMET, S.** 1999. Effect of time of deboning and sample size on drip loss of pork. *Meat Science* 52(2): 151-156.
- VELARDE, A.; GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; MANTECA, X. AND DIESTRE, A.** 2000. The effect of stunning method on the incidence of PSE meat and haemorrhages in pork carcasses. *Meat Sci.* 55(3):309
- VENTANAS, J.; RUIZ, J.; ANTEQUERA, T.; MARTÍN, L.; GARCÍA, C.; TEJEDA, J.F. Y CAVA, R.** 1997. Características de la materia prima y del producto que determinan la calidad del jamón Ibérico. *Eurocarne* 62: 35-41.
- WARNATS, N. Y VAN OECKEL, M.J.** 1996. Incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids in pork tissues and its implications for the quality of the end products. *Meat Sci.* 44:125-144.
- WARNATS, N.; VAN OECKEL, M.J. AND BOUCQUÉ, C.V.** 1998. Effect of dietary polyunsaturated fatty acids in pork backfat on the quality of salami. *Meat Science* 49(4):435-445.
- WARRISS, P.D.; KESTIN, S.C. AND ROBINSON, J.M.** 1983. A note on the influence of rearing environment on meat quality in pigs. *Meat Sci.* 9:271-279.
- WILLIAMS, C.M.** 2000. Dietary fatty acids and human health. *Annales de Zootechnie*, 49:165-180.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION.** 2000. Population nutrient intake goals for preventing diet-related chronic diseases. http://www.who.int/nutrition/topics/5_population_nutrient/en/index13.html