

## **CALIDAD DE CARNE PORCINA. EVALUACIÓN DE PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LA RES EN CERDOS ALIMENTADOS CON SORGO TERMO PROCESADO EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA PAMPEANA.**

Fecha de presentación: 21/03/2011

Fecha de aceptación: 24/09/2011

## **PORCINE MEAT QUALITY. EVALUATION OF TECHNOLOGICAL CARCASS PROPERTIES IN PIG FED THERMO PROCESS SORGHUM IN THE PAMPEAN SEMIARID REGION.**

Braun, R. O.<sup>1</sup> & S. H. Pattacini<sup>2</sup>.

### **RESUMEN**

Son tres los factores relevantes de calidad cárnica para los consumidores terneza, jugosidad y aroma. Las mediciones objetivas que están relacionadas con ellas son pH<sub>1</sub> y pH<sub>24</sub> (1 y 24 horas post mortem), contenido de lípidos intramusculares y terneza, estos últimos se determinan por la capacidad de retención de agua y fuerza de corte del músculo Longissimus dorsi. El pH está asociado con la terneza, en general pH<sub>1</sub> (5,5 – 6,3) está indicado para oferta de carne fresca. La acidez en tanto está ligada con la calidad para fiambres cocidos y secos. La finalidad de esta investigación fue determinar si el procesamiento de grano de sorgo por calor – presión, previo a la inclusión en las dietas de cerdos en crecimiento y terminación, permite mejorar la calidad de la carcasa respecto al maíz crudo. El pH de la 1° hora y después de 24 horas fue significativamente diferente en la dieta testigo de maíz respecto a las de sorgo, aspecto que determina una carne con menor retención de agua en fresco y mayor resistencia al corte al poseer menor terneza. Los cerdos alimentados con sorgos tratados expusieron reses óptimas para el consumo fresco por su lenta caída del pH en las primeras 24 horas, por su mayor retención de agua en la carne fresca, medido a través de las pérdidas de agua por cocción y la terneza al corte.

**Palabras clave:** res porcina, calidad cárnica, sorgo termoprocesado

### **ABSTRACT**

Three factors are relevant to consumer's meat quality the tenderness, juiciness and flavor. Objective measurements are related to them as the pH<sub>1</sub> and pH<sub>24</sub> (1 and 24 hours post mortem), intramuscular lipid content and tenderness, latter as determined by the water asset capacity and cut force of Longissimus dorsi muscle. The pH is associated with tenderness and pH<sub>1</sub> (5,5 – 6,3) is generally suitable for fresh meat supply. On the other hand the acidity is linked with quality pork sausage cooked and dry. The purpose of this investigation was to determine whether to process the grain sorghum pressure - high temperature prior to inclusion in the diets of growing and finishing pigs, can improve carcass quality compared to raw corn. The pH of the 1st hour and after 24 hours was significantly different in the control diet of corn relative to sorghum, aspect that determines a meat less water retention in fresh and best resistance to cutting to have less tenderness. Pigs fed sorghum treated exposed carcass best for fresh consumption, for its slow decrease of pH in the first

<sup>1</sup> <sup>2</sup> *Fac. de Agronomía-UNLPam- CC 300- Fac. Cs Exac y Naturales-UNLPam6300) Santa Rosa- La Pampa- braun@agro.unlpam.edu.ar* ;

24 hours, by greater water retention in fresh meat, as measured at water loss by cooking and tenderness of the cut.

**Key words:** pig carcass, meat quality, thermo process sorghum

## INTRODUCCIÓN

Las características tecnológicas de la carne dependen de factores de perfil zootécnico como la raza del animal, el tipo de alimentación y el estrés sufrido antes y durante la faena. Estos componentes influyen en fenómenos bioquímicos que se producen después de la muerte como la glicólisis, con consecuencias importantes en la calidad de la materia prima en particular sobre el contenido de agua y capacidad de retención hídrica, el pH final, la terneza, el color y la capacidad de absorción de sal (Benito, 1996). La carne normal es decir aquella que presenta color, consistencia y humedad normales, está caracterizada por un valor de pH final de 5,5 a las 24 horas del sacrificio. En este tipo de carne la rigidez cadavérica se inicia a una temperatura cercana a los 20°C y bajo estas condiciones ocurren en el músculo ciertas modificaciones bioquímicas.

También hay que tener en cuenta que en general la glicólisis y el comienzo del rigor mortis son más rápidos en los músculos blancos que en los rojos (Ordóñez *et al.*, 1998) pero este hecho puede verse enmascarado por la tasa de enfriamiento según la ubicación del músculo (Nuernberg *et al.*, 2005). La mayoría de los estudios que tratan aspectos de calidad han sido realizados sobre el músculo Longísimo lumbar (Longissimus dorsi) que es un músculo blanco con alta capacidad glicolítica.

Terlouw (2005) expresa en sus estudios que diversos factores como el sistema de explotación, el genotipo, el matadero, estrés provocado por descargas eléctricas, la duración del transporte y la densidad de animales, el tipo de aturdimiento empleado (eléctrico o con CO<sub>2</sub>) y la concentración y tiempo de exposición al CO<sub>2</sub> para el aturdimiento en matadero, afectan diversos parámetros de calidad de carne como pH y CRA (capacidad de retención de agua) entre otros. El pH, color y retención de agua son atributos organolépticos y tecnológicos que están fuertemente interrelacionados. El color y capa-

cidad de retención de agua dependen básicamente de las condiciones en que se realizan los cambios de pH durante la transformación post mortem de músculo a carne. La medida de los valores de pH sobre los diferentes músculos de la canal tiene como finalidad comprobar la evolución de este parámetro durante los procesos de transformación en carne. Se utilizan para su medición tiempos cercanos a la obtención de la canal es decir a la hora del sacrificio (pH<sub>1</sub>) y a las 24 horas post mortem (pH<sub>24</sub>) siendo este último el momento cuando se alcanza el pH más bajo y a partir de ese momento se mantiene o comienza a subir según la temperatura ambiental (Barton Grade, 1997; Oliver *et al.*, 1998). Es importante la localización de la medida pues la velocidad de descenso del pH depende del músculo seleccionado y de la caída de temperatura del mismo, la cual también modula la velocidad de la glucólisis post mortem, de modo que temperaturas elevadas alrededor de 35 °C aceleran el descenso del pH siendo necesarias menos horas para alcanzar el pH final (pH<sub>24</sub>) (Pearson & Tauber, 1984). La importancia de la alimentación en la incidencia de estos problemas es poco determinante siendo los factores genéticos y de manejo pre - sacrificio los más importantes. Sin embargo algunas pautas de alimentación pueden ser útiles en disminuir la incidencia de estas anomalías. La comprensión del mecanismo fisiológico responsable es vital para identificar las prácticas más adecuadas. La velocidad y la magnitud de la caída de pH después del sacrificio es posiblemente la causa individual más importante de la variación existente en calidad cármica del porcino. La velocidad de reducción del pH y la temperatura a la que se produce afectan a la desnaturalización proteica en el músculo post mortem. Una caída rápida de pH, mientras la canal aún está a temperatura alta (> 37°C), provoca la desnaturalización de las proteínas miofibrilares (Eggert *et al.*, 1999). La caída hasta un pH cercano al punto isoeléctrico (5,0-5,1) de las prote-

inas musculares reduce considerablemente su capacidad de retener agua. El resultado son carnes blancas, blandas y exudativas debido a la poca capacidad de retener líquidos. Si la caída es insuficiente el resultado es el contrario, carne oscura, firme y seca. Los cambios en el pH después del sacrificio son básicamente debidos a la degradación del glucógeno a ácido láctico por glucogenolisis y glicólisis en condiciones anaerobias.

Mientras que el papel del glucógeno hepático es básicamente mantener el nivel de glucosa en sangre, el glucógeno del músculo esquelético actúa como fuente energética de rápida movilización, especialmente en casos de metabolismo anaerobio mediante glucogenolisis.

La actividad física o estrés por movimiento de animales en muelles de carga, descarga, transporte, mezcla de animales y peleas que provoca un aumento de la concentración de catecolaminas en plasma resulta en el inicio de la glucogenolisis (Eggert *et al.*, 1999). Una glucogenolisis continuada provoca una disminución de las reservas de glucógeno muscular y por lo tanto falta de sustrato post mortem para provocar la caída de pH exponiendo como resultado final una carne blanca, blanda y exudativa descalificada por el consumidor de carne fresca. Por otro lado, un estrés agudo, momentos antes o durante el aturdimiento, provoca un aumento de ácido láctico cuando la temperatura es aún elevada, hallando un resultado final también de este tipo de calidad cárnica. El mecanismo del estrés se asocia a cambios en el metabolismo del calcio que es un potente activador de la contracción muscular y de la glucogenolisis (Lehninger, 1981).

Para carne fresca son tres los factores que pueden ser afectados por variación genética y que son muy relevantes para los consumidores: terneza, jugosidad y aroma. Una serie de mediciones objetivas están relacionadas con ellas como el pH<sub>1</sub> (1 hora post mortem) y el pH<sub>24</sub> (24 horas post mortem), el contenido de lípidos intramusculares y la terneza. El pH está asociado con la terneza y las carnes ácidas tienen menor capacidad de retención de agua. La terneza está relacionada positivamente con la capacidad de retención de agua. En general pH<sub>1</sub> (5,5 – 6,3) está indicado para oferta de carne fresca. La aci-

dez está ligada con la calidad de la carne para otros destinos como fiambres cocidos y secos. En la industria se requiere que la pérdida de líquidos durante la cocción sean mínimas para lograr un máximo rendimiento (Cobos *et al.*, 1993). Tanto por razones de calidad de la carne como de bienestar los cerdos deberían descansar durante 2 horas antes de ser faenados (Milligan *et al.*, 1998). Observaciones del autor sobre miles de cerdos indican que los que se mueven al área de aturdimiento inmediatamente después de desembarcados fueron mucho más difíciles de manejar que los que habían descansado durante una hora como mínimo. Pérez *et al.* (2002) encontraron que tanto no encerrar a los cerdos por un tiempo como hacerlo por un tiempo excesivamente largo comprometen el bienestar y la calidad de la carne de los animales.

La composición de la dieta no afecta generalmente al contenido de glucógeno muscular si se utilizan fuentes energéticas convencionales. No obstante la administración de azúcares durante periodos largos de espera antes del sacrificio se ha definido como una medida preventiva efectiva en casos de carnes blancas y exudativas (Gardner & Cooper, 1979; Pethick *et al.*, 1997). Este mecanismo posibilitaría una prevención de la caída rápida de glucógeno. A pesar de esta práctica puede resultar en un aumento en la incidencia de estas carnes especialmente en casos de animales susceptibles a estrés o sistemas de sacrificio donde el estrés pre aturdimiento es elevado (Pethick *et al.*, 1997).

La adición de tecnologías en el procesamiento de granos para la elaboración de alimentos balanceados admite hoy que los mismos puedan ser utilizados en altas proporciones y brinden así excelentes valores nutricionales que se traducen en carcasas porcinas de alta calidad para el consumo fresco y embutido. Los productores deben asegurarse de que los cambios en las estrategias de alimentación se traduzcan en las mejoras esperadas en los rendimientos productivos.

La finalidad de esta investigación fue determinar si distintos procesamientos del grano de sorgo previo a la inclusión en las dietas balanceadas de cerdos en crecimiento y terminación permiten mejorar la calidad de la carcasa.

Se plantea como hipótesis en la presente

investigación, que los cerdos castrados y las hembras alimentadas con dietas compuestas con cereales tratados mejoran la calidad de la carcasa en relación con los alimentados con cereales no tratados debido a la mayor digestibilidad de nutrientes por la hidrólisis previa del grano. Esto implica mayor ganancia diaria de peso y en consecuencia, menor a edad a faena, por tal, cerdos más jóvenes con mayor porcentaje de tejido magro. En esta experiencia se pretendió evaluar características de calidad de carcasa en cerdos híbridos mediante la utilización del grano de maíz crudo, sorgo molido, sorgo aplastado-laminado y sorgo extruido en húmedo en dietas de crecimiento y engorde, a través de la medición de factores de calidad de carne tales como ternura y jugosidad. Estos elementos se midieron a través del pH de la carne, resistencia al corte y capacidad de retención de agua medido por las pérdidas de ésta por cocción de los cortes de carne de los animales experimentales. La mayor pérdida de agua por cocción ocurre en carnes magras con alta retención de agua en fresco. Carnes oscuras, firmes y secas presentan muy poca pérdida de agua por cocción y son muy resistentes al corte, poco tiernas y con atributos de dureza.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La experimentación se llevó a cabo en la Unidad Demostrativa de Producción Porcina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa (Latitud 36° 46' Sur; Longitud 64° 16' Oeste; Altitud 210 m sobre el nivel del mar). Los cerdos experimentales estuvieron constituidos por machos castrados F2 y hembras F2 provenientes de un cruzamiento de hembras híbridas F1 (Yorkshire x Duroc Jersey) por macho Landrace de valor genético comprobado. Se seleccionaron de camadas de igual edad cronológica cuya obtención fue programada por medio de servicio por inseminación artificial en cerdas híbridas primerizas que parieron a fines de la primavera de 2008 pertenecientes a un rodeo de manejo reproductivo estacionado. Cumplieron con una lactancia de 32 días en parideras a campo. Se les suministró alimentación adicional mediante iniciadores comerciales de alta calidad. Posteriormente fueron criados en

pistas de cemento con 75% de la superficie techada provistas de comederos tolva y patio con bebedero tipo niple. Finalizado este período se ordenaron en cuatro grupos de 4 cerdos cada uno con peso vivo y edad cronológica afin, dos machos y dos hembras por grupo, que se dispusieron en las pistas de recría - terminación de piso de cemento y también con el 75% de la superficie techada provistas de comederos tolva y patio con bebederos, lugar donde culminaron el crecimiento y terminación. Las dimensiones de las pistas de ensayo alcanzaban 3,5 m de ancho por 9 m de largo. Al inicio de la pista y sobre la superficie techada se ubicaron los comederos tolva contruidos con chapas de zinc y con bocas cada 0,50 m. Los mismos estaban provistos de rejillas para minimizar las pérdidas de alimento y de carga manual desde afuera de la instalación. Cuando los cerdos arribaron a 30 kg de peso vivo, luego de un período de socialización de 30 días con sus compañeros de tratamiento comenzaron a consumir las raciones de crecimiento hasta alcanzar 60 kg de peso vivo. De allí a 105 kg de peso vivo, momento en que finalizó el ensayo, se les suministró dietas de terminación. Las unidades se ordenaron en un diseño completamente aleatorizado. A cada cerdo macho y hembra se le asignó al azar un tratamiento y fueron señalados en las orejas por el sistema australiano de identificación constituyendo así cuatro tratamientos (dietas), totalizando 4 unidades experimentales (repeticiones) por tratamiento. Los tratamientos estuvieron caracterizados por: Tratamiento 1 = dieta testigo (D1) balanceada peleteada constituida por maíz molido como ingrediente energético principal. Tratamiento 2 = dieta (D2) balanceada peleteada constituida por sorgo molido como ingrediente energético principal. Tratamiento 3 = dieta (D3) balanceada peleteada constituida por sorgo aplastado - laminado como ingrediente energético principal y tratamiento 4= dieta (D4) balanceada peleteada constituida por sorgo extruido en húmedo como ingrediente energético principal. Las dietas fueron formuladas a partir de las necesidades nutritivas de los cerdos en las categorías en cuestión mediante las tablas del NRC (2001). Compuestas por maíz molido, sorgo ciclo corto en tres condiciones de presentación molido, aplastado-laminado y extruido; harina de carne, expeller

de soja, afrechillo, sal común, bentonita, lisina sintética, metionina sintética, aceite vegetal, ceniza de hueso, núcleos vitamínico-minerales, conchilla y antiparasitarios. Se alimentaron *ad libitum* y la forma de presentación de las dietas durante toda la experiencia fue peleteada y las dimensiones de los pellet fueron de 3 mm de diámetro por 10 mm de longitud. Para el molido de todos los granos ensayados se utilizó un molino de martillos convencional provisto de alimentador rotativo, separador de aire para cuerpos extraños pesados, imán permanente, rotor a martillo y placa moledora. Las cribas de molido fueron de 3 mm y la potencia del motor de molienda de 125 HP.

Para el proceso de extrusión de sorgo se utilizó un equipo de extrusión – expansión modelo IMTEC 2000 EX con posibilidad de inyectar líquidos, ácidos grasos y vapor de agua, con capacidad de 2500 kg/h y de 75 HP de potencia. El proceso de cocción para aplastar y laminar granos se realizó mediante la utilización de un equipo de fabricación de copos modelo Bocchi System International 1998 con capacidad de 1500 kg/h y de 50 HP de potencia constituido por una cámara de cocción al vapor, laminador y desecador. Las variables se valoraron sobre las carcasas después del sacrificio ( $105 \text{ kg} \pm 2$ ). El sacrificio se realizó en frigoríficos de tránsito federal con correcto manejo pre faena. El transporte fue realizado a través de viajes que resguardaron el bienestar animal a fin de mantener fijas otras variables que afectan también la calidad de la carne, tales como, transporte y método de sacrificio. El pH al momento de la faena,  $\text{pH}_1$  y  $\text{pH}_{24}$  post mortem se evaluó a través de un peachímetro de electrodo calibrado con soluciones buffer en el ojo de bife de la costeleta correspondiente al músculo Longissimus dorsi en la unión con la 3<sup>o</sup> y 4<sup>o</sup> últimas costillas. Las pérdidas de peso por cocción (%) fueron determinadas mediante un baño térmico a 72 °C durante 50 minutos en muestras de 100 g de músculo Longissimus dorsi siguiendo las directrices marcadas por Honikel (1997). La muestra a partir de la cual se realizó el cocinado consistió en una lonja de 2 cm de grosor tomada del músculo longissimus dorsi cortado tras el sacrificio en fresco. Posteriormente tras 1 día en refrigeración esta lonja fue envasada al vacío y congelada hasta el

día antes de la cocción en la que se dejaba en heladera a 4 °C hasta el día siguiente. Previo a la cocción cada muestra fue pesada en báscula con una precisión de  $\pm 0,01 \text{ g}$  antes de comenzar el cocinado. Se procesaron un máximo de 3 muestras simultáneamente porque la introducción de un número mayor al baño produce una bajada de la temperatura brusca e indeseable del agua. A cada una de las muestras se le introdujo un termómetro de punción de manera que éste realizaba la medición exactamente en el centro de la muestra de carne. La temperatura del agua de cocción se situó en 72 °C. Las muestras fueron introducidas en bolsas de plástico suspendidas en el agua de manera que el borde superior de la bolsa ha quedado abierto y fuera del líquido. El tiempo que las muestras permanecieron en el agua fue monitorizado. El proceso se detubo cuando el último termómetro de punción había indicado que en el centro de la muestra la temperatura alcanzada era de 70 °C, momento en el cual todas las muestras fueron sacadas del baño de cocción e introducidas en otro baño a 15 °C durante 5 minutos. Posteriormente las muestras eran extraídas de las bolsas, secadas suavemente con papel de laboratorio y pesadas. El resultado de la prueba fue expresado en porcentaje de pérdidas por cocción calculado mediante la siguiente operación:

$$\% \text{ PC} = 100 - [(Po / Pf) \times 100]$$

% PC = Porcentaje de pérdidas por cocción.

Po = Peso inicial de la muestra.

Pf = Peso final de la muestra (tras la cocción).

La terneza de la carne se midió en el músculo Longissimus dorsi a través de la fuerza de corte. Se utilizó una cuchilla Warner Bratzler adosado a un software "Warner Bratzler Shear Test" descrito por Honikel (1998) que mide tal fuerza y establece la terneza de la carne luego de la cocción, expresados en kg fuerza o newton. El aparato empleado fue un texturómetro (Stable Micro Systems Texture Analyser, Model TA-XT plus, Reino Unido), que por fuerza de guillotinar corta la muestra. La muestra seccionada consistió en un rectángulo de sección de 1 cm<sup>2</sup> con la dirección de las fibras paralelas a lo largo del rectángulo y con una longitud de no menos de 30 mm. Las muestras fueron seccionadas en ángulo

recto al eje de las fibras. La velocidad de ensayo aplicada fue de 3,33 mm/seg. El resultado se expresó en kg fuerza. El pH, terneza y pérdida de agua por cocción se analizaron estadísticamente por ANOVA y las diferencias de medias por el Test de Tukey HSD.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se observa que en los tratamientos no existieron diferencias significativas en el pH de la carne al momento de la faena. Los cambios en el pH después del sacrificio son básicamente debidos a la degradación del glucógeno a ácido láctico por glucogenolisis y glicólisis en condiciones anaerobias.

Esto implicaría que no es tan determinante este tipo de alimentación en la calidad organoléptica de la carne sino más bien lo define el tratamiento y manejo del cerdo pre y post sacrificio. El pH de la 1° hora y después de 24 horas fue significativamente diferente en la dieta testigo de maíz respecto a las de sorgo, aspecto

agua por cocción porque también retuvo menos agua en fresco por la importante caída del pH en las primeras 24 hs. Puede entenderse entonces que el pH<sub>1</sub> en T1 expone una carne normal y no blanca, blanda y exhudativa a pesar de los valores de fuerza de corte y retención de agua. Sin embargo pH<sub>24</sub> en T1 indicaría carne poco apta para el consumo fresco por el mayor descenso de pH del ensayo. Los valores de los restantes tratamientos expresan que se trata de carnes muy adecuadas para el consumo fresco y la industrialización. Como lo señala Cobos et al., 2003 la terneza está asociada positivamente con la capacidad de retención. De modo que pH<sub>1</sub> está indicado para oferta de carne fresca, situación significativamente favorable para T3 y T4. También la acidez está ligada con la calidad de la carne para otros destinos como fiambres cocidos y secos. En la industria se requiere que la pérdida de líquidos durante la cocción sean mínimas para lograr un máximo rendimiento. Esta reflexión permite inferir que las carnes porcinas provenientes de T2, T3 y T4 no sólo poseen

**Tabla 1.** Valores de las variables de calidad en la res  $\pm$  1 error estándar

Variables	T1	T2	T3	T4
pH momento de faena	7,2 ( $\pm$ 0,1816) a	7,0 ( $\pm$ 0,1729) a	6,9 ( $\pm$ 0,1621) a	7,1 ( $\pm$ 0,1698) a
pH <sub>1</sub>	6,0 ( $\pm$ 0,2074) b	6,3 ( $\pm$ 0,249) ab	6,5 ( $\pm$ 0,2134) a	6,5 (0,2588) a
pH <sub>24</sub>	5,0 ( $\pm$ 0,2168) b	5,5 ( $\pm$ 0,2254) a	5,4 ( $\pm$ 0,2203) a	5,3 ( $\pm$ 0,2133) a
Pérdida de peso por cocción(%)	21,3 ( $\pm$ 1,630) b	24,5 ( $\pm$ 1,553) a	24,3 ( $\pm$ 1,497) a	24,5 ( $\pm$ 1,507) a
Fuerza de corte (Kg fuerza)	8,73 ( $\pm$ 0,223) b	8,08 ( $\pm$ 0,219) a	8,00 ( $\pm$ 0,224) a	7,90 ( $\pm$ 0,207) a

Medias con igual letra no difieren significativamente según test de Tukey HSD ( $p < 0.05$ ).

que determina una carne con mayor pérdida de agua en fresco y mayor resistencia al corte al poseer menor terneza. Esta última cuestión es aceptable cuando se interpreta la fuerza de corte efectuada en T1 que tiene correlación con la pérdida de agua por cocción, el T1 pierde menos

mejor calidad por una caída menor del pH a la 1° hora sino que también retienen más agua en fresco, aspecto que se refleja en las diferencias significativas que poseen respecto de T1 en las pérdidas de agua por cocción.

La mayor dureza resultó de la carne de

los cerdos alimentados con maíz(T1) que en promedio fue de 8,73 kg fuerza (85,64 Newton). Esta medida establece la fuerza máxima para romper el prisma de carne, cuyo valor implica menor terneza, menor retención de agua en fresco y menor  $pH_1$  y  $pH_{24}$ . En otros trabajos con carne de cerdo, que han empleado la misma metodología que en el presente para evaluar la terneza, se han encontrado valores entre los 40 a 80 N (4,8 a 8,81 kg fuerza). De estos trabajos cabe destacar que las diferencias detectadas en la terneza de las muestras analizadas fueron debidas al genotipo o las condiciones de sacrificio, no estando claro si el tipo de alimentación genera o no una carne más dura. En la presente experiencia los cerdos alimentados con sorgo tratado hidrotérmicamente expusieron mejores carnes para el consumo fresco por contener mayores reservas energéticas en sus músculos debido a la mayor eficiencia de utilización de la energía de la dieta otorgada por la hidrólisis previa de los almidones al tratar los granos de sorgo por calor - presión, más que por otros motivos o anomalías genéticas. Esta mayor reserva mejora el pH durante las primeras 24 horas y mejora la capacidad de retención de agua, perspectivas que mejoran la calidad, terneza y jugosidad para el consumo fresco, y la calidad industrial para embutidos.

## CONCLUSIONES

Los cerdos alimentados con dietas constituidas por sorgos tratados térmicamente, expusieron reses óptimas para el consumo fresco por la lenta caída del pH en las primeras 24 horas, mayor retención de agua y terneza del corte, aspecto trascendente para aumentar el consumo de carne fresca en el país. Los valores de  $pH_1$  y  $pH_{24}$  de los tratamientos con sorgo expresaron que se tratan de carnes adecuadas para el consumo fresco y la industrialización. De acuerdo a los resultados se puede concluir que la calidad de la carne no sólo está definida por factores inherentes al animal y por las condiciones de bienestar al momento de la faena, sino también por el tipo de dieta que recibe. Los valores encontrados de la mayor parte a las características de la calidad tecnológica, como la capacidad de reten-

ción de agua, terneza y pH de la carne estuvieron dentro de los rangos citados en la bibliografía para la carne de cerdo, con algunas desventajas para los alimentados con grano de maíz crudo.

El objetivo de estos procesos hidrotérmicos es el de adicionar importantes beneficios nutritivos a las dietas alimenticias para con ellos alcanzar eficientes resultados productivos y de calidad de res. Su indiscutible utilización ya citada en la bibliografía incorporaría además a partir de este estudio, que es posible aplicarlos en raciones con alto contenido de sorgo destinado a especies animales cuyo aprovechamiento zootécnico implique elevadas utilidades económicas. Los resultados sobre la medición de las características de calidad de la carne de cerdos alimentados con granos alternativos al maíz pueden ser un punto de partida para el estudio del efecto que puede tener cualquier acción que mejore el sistema de producción porcina en la zona semiárida pampeana sobre la calidad de la carne. No obstante, existen innumerables resultados de experiencias científicas publicados donde se cita que los maíces termoprocesados ya desde décadas, se utilizan en alimentos de iniciación de lechones, pollos parrilleros y ponedoras por la mayor energía disponible por unidad de peso respecto del maíz crudo, que implica mejores resultados productivos expresados como ganancia de peso, edad a faena y conversión alimenticia en carne y huevos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barton Grade, P. 1997. En: Manipulating Pig Production VI. (Ed. P.D. Cranwell). Australasian Pig Sci. Assoc. pp. 100- 123.
- Benito, J. 1996. En: Zootecnia. Bases de Producción Animal VI. Cardó Buxadé Ediciones. Mundiprensa, Madrid. pp 315 - 331.
- Cobos, A., L. de la Hoz; M.I. Cambero & J.A. Ordóñez. 1993. Revisión: Influencia de la dieta animal en los áci-

- dos grasos de los lípidos de la carne. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 34: 35 - 51.
- Eggert, J.M., C.A. Stahl, M.A. Latour, B.T. Richert & A.P. Schinckel. 1999. Factors of significance for pork quality. *J. Anim. Sci.* 77 (Suppl. 1): 169.
- Gardner, G.A. & T.J.R. Cooper. 1979. Growth and meat quality relations in pigs. En: *Proc. of 25th European Meat Workers*. Budapest, Hungría:5-8.
- Honikel, K.O. 1997. Reference methods supported by OECD and their use in Mediterranean meat products. *Food Chemistry*. 9: 573 - 582.
- Honikel, K.O. 1998. Reference Methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science* 49: 447 - 457.
- Lehninger, A.L. 1981. *Bioquímica*. 2ª Edición Omega. Barcelona. 806 p.
- Milligan, S.D.; C.B. Ramsey, M.F. Miller, C.S. Kaster & L.D. Thompson. 1998. Resting pigs and hot fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. *J Anim Sci.* 76: 74 - 86.
- National Research Council (NRC). 2001. *Nutrient Requirement of swine*. (Ed. National Academy of Sciences). Washington, D.C., USA. 68 p
- Nuernberg, K., K. Fischer; G. Nuernberg, U. Kuechenmeister, D. Klosowska, G. Eliminowska-Wenda, I. Fiedler & K. Ender. 2005. Effects of dietary olive and linseed oil on lipid composition, meat quality, sensory characteristics and muscle structure in pigs. *Meat Science*, 70: 63 - 74.
- Oliver, M.A., U.Weiler; K. Fischer, M. Font, M.Gispert, A. Diestre & R. Claus. 1998. Current trends in the quality of pork. *Proc., 44th International Congress of Meat Science and Technology*: 816.
- Ordóñez, J. A.; M. I. Camber; L. Fernández, M. L.García, G. Gracia de Ferrando, L. De La Hoz & M.D. Selgaz. 1998. Cambios post mortem del músculo En: *Tecnología de los alimentos*. Vol. II. Alimentos de origen animal. (Ed. Síntesis S.A), Madrid pp. 170-184.
- Pearson, A.M. & F.W. Tauber. 1984. *Processed meats*. Second Edition. Avi Publishing Company. Westport, Connecticut. 203 p.
- Pérez, M.P; J. Palacir, M.P. Santolaria, M.C Del Acena, G. Chacon, M.T. Verde, J.H. Calvo, M.P. Zaragoza, M. Gascon & S. Garcia-Belenguer. 2002. Influence of lairage time on some welfare and meat quality parameters in pigs. *Veterinary Record*. 33: 239-250.
- Pethick, R.D., D.W. Warner; D.N. D'souza & d F.D. Dusnhea. 1997. Nutritional manipulation of meat quality. En: *Manipulating Pig Production VI*. (Ed. Cranwell, P.D.) Australasian Pig Sci. Assoc.: 91-99.
- Terlouw, C. 2005. Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience: A brief review of recent findings. *Livest. Prod. Sci.* 94: 125-135.