



**Facultad de Ciencias Veterinarias**

**-UNCPBA-**

**Influencia del tiempo de transporte en la calidad  
de la carne porcina.**

**Gelfgoth, Fernando Eric; Hiriart Marina; Díaz, Mauricio.**

**Agosto, 2017**

**Tandil**

# **Influencia del tiempo de transporte en la calidad de la carne porcina.**

Tesis de la Carrera de Licenciatura en Tecnología de los Alimentos, presentada como parte de los requisitos para optar al título de grado de Licenciado del estudiante Gelfgoth, Fernando Eric.

**Director: Med. Vet. Díaz, Mauricio.**

**Co-Directora: Med. Vet. Hiriart, Marina.**

**Evaluadora: Dra. Palácios, Maria Ines.**

## Resumen

El estrés sufrido por el animal, especialmente en cerdos, debido al tiempo de transporte (criadero-frigorífico) es un factor controlable y de influencias directas sobre los atributos y características de calidad de la carne. Impactos negativos sobre los atributos de la calidad, afectan directamente al productor y al consumidor. En la provincia de Buenos Aires, las distancias recorridas hacia las plantas de faena presentan grandes diferencias que pueden influir en la calidad final de la carne. A pesar que se han establecido tiempos de descanso según distancias recorridas, aún no se han evaluado aquí si estas son suficientes para reestablecer el estado basal del animal y evitar defectos y/o alteraciones debido al estrés sobre la calidad de las carnes. Dos distancias, corta (<10km) y larga (>300km) fueron evaluadas. Los animales con un recorrido más corto, lograron descenso de pH normal ( $\text{pH}_{24\text{h}} < 6$ ) y características normales en color, jugosidad y terneza. A diferencias de los animales que tuvieron un mayor recorrido que, a pesar de haber tenido un mayor tiempo de descanso (12h) presentaron claras manifestaciones de agotamiento de glucógeno por estrés, resultando en carnes con características de DFD (oscuras, firmes y secas). Se puede concluir que la distancia impacta directamente sobre la calidad de la carne y que los tiempos de descanso indicados actualmente no fueron suficientes para reestablecer el estado basal del animal.

**Palabras Clave:** tiempo de transporte, estrés, descenso de pH, calidad de carne, bienestar animal.

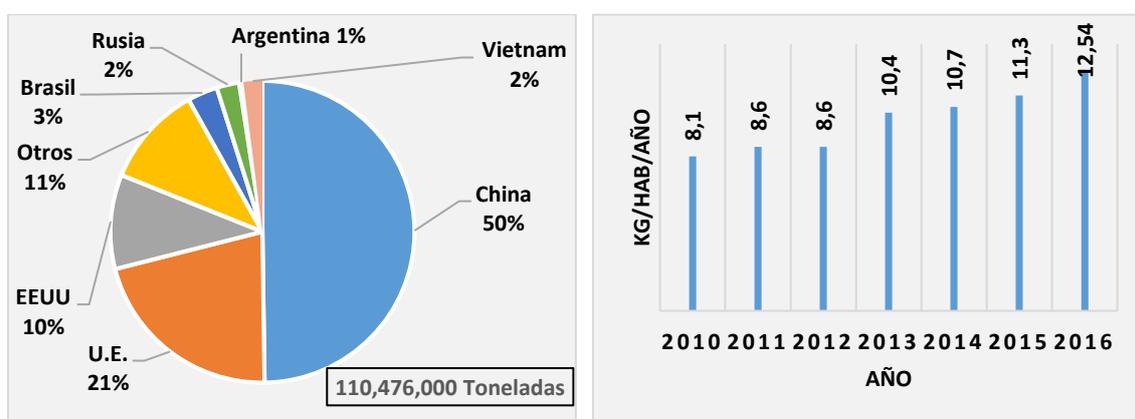
## INDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....  | 1  |
| <b>OBJETIVOS</b> .....   | 3  |
| <b>MARCO TEORICO</b> .....   | 4  |
| <b>Características constructivas del transporte en Argentina</b> ..... | 4  |
| <b>Factores estresantes durante el transporte</b> .....                | 8  |
| <b>Periodo de descanso previo a la faena</b> .....                     | 11 |
| <b>Proceso de Faena en Cerdos</b> .....                                | 11 |
| <b>Definición de carne y canal</b> .....                               | 12 |
| <b>Transformación de músculo en carne</b> .....                        | 13 |
| <b>Concepto de calidad de carne</b> .....                              | 14 |
| <b>pH</b> .....  | 15 |
| <b>Terneza</b> .....   | 16 |
| <b>Capacidad de retención de agua</b> .....                            | 16 |
| <b>Color</b> .....   | 18 |
| <b>MATERIALES Y METODOS</b> .....                                      | 19 |
| <b>Localización</b> .....  | 19 |
| <b>Medición de pH y acondicionamiento de las muestras</b> .....        | 20 |
| <b>Perdida por cocción o Cooking loss</b> .....                        | 22 |
| <b>Evaluación de la Terneza</b> .....                                  | 22 |
| <b>Análisis estadísticos</b> .....                                     | 23 |
| <b>RESULTADO Y DISCUSION</b> .....                                     | 24 |
| <b>Calidad de la carne</b> .....                                       | 24 |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....  | 28 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....  | 29 |
| <b>ANEXOS</b> .....  | 33 |

## INTRODUCCIÓN

En nuestra alimentación la carne es uno de los principales productos que se consumen, aportando a nuestra dieta proteínas, grasas y minerales, siendo las carnes de origen, porcino, aviar y vacuna las más consumidas globalmente. Actualmente la carne de cerdo, es la carne roja de mayor consumo a nivel global con una producción 110,3 millones de toneladas durante el año 2015 (Figura 1), siendo China el mayor productor con casi un 50% del total. Mientras que en Sudamérica, Brasil es el principal productor aportando un 3% de la producción mundial (Anuario 2015 porcinos).

En nuestro país la producción y consumo de carne porcina ha tenido un crecimiento muy importante en los últimos 20 años, habiéndose producido 518.538 miles de toneladas de res con hueso, con un consumo interno de 12,54 kg/hab/año durante el periodo 2016 (Figura 2). (Boletín porcino-diciembre 2016).



**Figura 1.** Producción mundial de carne porcina. Por país. Año 2015

**Figura 2.** Consumo per-cápita de carne porcina en Argentina

Este tipo de producción puede verse afectada entre otras, por la falta de implementación de buenas prácticas pecuarias que posibiliten el bienestar animal y ayuden a prevenir que los animales se vean afectados ante situaciones estresantes, evitándose así pérdidas económicas, que puedan verse reflejadas en la calidad de la canal.

El término bienestar animal designa el modo en que un animal afronta las condiciones de su entorno, el cual está en buenas condiciones de bienestar si está sano, cómodo, bien alimentado, en seguridad, puede expresar sus formas innatas de comportamiento y si no padece sensaciones desagradables de dolor, miedo o ansiedad. El bienestar animal resulta clave en todas las cadenas pecuarias y a lo largo de ellas, pasando desde su punto de origen en la tenencia y producción primaria de los reproductores, la producción comercial propiamente dicha, el transporte de animales y la comercialización en establecimientos intermedios hasta llegar a su ordeño, esquila o faena en un frigorífico o matadero (SENASA, 2015 a).

El trato ante-mortem y principalmente durante el transporte de los mismos, es un factor importante en la cadena de producción ya que en esta etapa el animal sufre de mucho estrés, y este se ve reflejado en la calidad final de la carne. Es por ello que en nuestro país se establece en el decreto N° 4238/68 los periodos de descanso, que deben tener los mismos según las distintas distancias recorridas.

En este trabajo se evaluará la calidad de carne de dos lotes de capones provenientes de criaderos ubicados a distintas distancias del frigorífico (criadero A <10 km y B >300 km); los cuales serán transportados a un frigorífico habilitado por SENASA para su posterior sacrificio.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

- ✓ Evaluar la influencia del transporte sobre la calidad de la carne porcina.

### **Objetivos específicos.**

- ✓ Determinar pH.
- ✓ Determinar terneza.
- ✓ Determinar CRA (capacidad de retención de agua).
- ✓ Determinar color.

## **MARCO TEORICO**

El mayor porcentaje de animales transportados (por vía terrestre) en Argentina se realiza en camiones, gracias a la flexibilidad, accesibilidad y velocidad, de éste medio de transporte.

Este constituye uno de los eslabones más importantes y críticos en la cadena porcina, debido a los grandes perjuicios económicos que ocasiona ya que durante el transporte los animales son expuestos a una variedad de factores estresantes de tipo mecánico, climático, acústico, nutricional y social que influyen negativamente en el bienestar del animal y en consecuencia en la calidad de la canal y de la carne. (Beyli *et al.*; 2012).

El transporte de un capón de seis meses de edad desde el establecimiento de origen hasta el frigorífico que realiza la faena, es de aproximadamente 1 día. Esas últimas 24 horas, representan sólo el 0,55% del tiempo vivido del animal, parece muy poco tiempo, sin embargo, de él depende el objetivo de crianza y engorde de los mismos (Med. Vet. Mauricio Díaz, teórico Faena cerdos)

Por esto mismo, el transporte de los animales exige una planificación adecuada, lo que implica prepararlos, escoger la mejor ruta y duración de transporte, seleccionar el diseño y mantenimiento del vehículo, tramitar los documentos necesarios, proporcionar el espacio permitido, suministrar agua, alimentos y reposo apropiados, definir las medidas de control de enfermedades, y establecer los pasos a seguir en caso de emergencia (Motas Rojas *et al.*, 2012).

El bienestar animal en la especie porcina es un factor clave por la predisposición de esta especie al estrés y, consecuentemente, su impacto sobre los índices productivos del establecimiento (SENASA., 2015 a).

### **Características constructivas del transporte en Argentina**

En nuestro país, el Servicio de sanidad y calidad agroalimentaria crea en 2014 el Registro nacional sanitario de medios de transporte de animales vivos bajo la resolución 581/2014 publicada en el boletín oficial en diciembre de ese año. El

mismo detalla en su artículo 12, las características técnicas para los medios de transporte terrestre a nivel nacional:

ARTICULO 12.- Características de los trasportes de animales vivos. Los vehículos destinados al transporte de animales vivos, deben estar diseñados y contruidos de manera que los animales puedan ser embarcados y desembarcados fácilmente y evitando todo tipo de deterioro. La aireación debe ser adecuada con el clima y los requerimientos de las especies de que se traten y las superficies tanto interiores como exteriores deben ser lisas, sin grietas, ni roturas, fáciles de lavar y desinfectar, debiendo ajustarse a las siguientes condiciones.

Inciso a) Piso. Debe ser de material metálico u otro resistente, lavable e impermeable:

[...]

Apartado II. Para la especie porcina, ovina y caprina: el piso no debe tener malla cuadrículada, por las condiciones particulares de la especie en el transporte, debiendo ser de material rígido antideslizante.

[...]

Inciso b) Paramentos: deben ser tal, que el cerramiento corresponda a un plano vertical sin ganchos, tuercas o cualquier saliente que pudiera dañar a los animales.

Inciso c) Puertas: deben estar dispuestas en forma tal que permitan la fácil salida y entrada de los animales:

Apartado I. Deben poseer un ancho libre mínimo de NOVENTA CENTÍMETROS (90 cm).

Apartado II. En las unidades provistas con puerta – rampa se les debe adosar a las rampas una malla cuadrículada de material rígido y/o nervaduras que le confieran propiedad antideslizante, siendo el ángulo de la rampa no mayor a los TREINTA GRADOS (30°).

Apartado III. Las puertas de acceso deben estar provistas de rodillos giratorios de un diámetro no inferior a SEIS CENTÍMETROS (6 cm) y a una altura mínima

de VEINTE CENTÍMETROS (20 cm) del piso hasta un máximo de CIENTO VEINTE CENTÍMETROS (120 cm). Su colocación será tanto externa como interna.

Apartado IV. La altura de las puertas de acceso deben tener la altura libre mínima de UN METRO SESENTA (1,60 m) para que los animales a ser transportados no lesionen su dorso o golpeen sus cabezas al ingresar o salir del transporte.

Inciso d) Laterales:

Apartado I. Deben tener cerrados hasta una altura de CIENTO VEINTE CENTÍMETROS (120 cm) +/- VEINTE CENTÍMETROS (20 cm) para unidades de un solo piso y de OCHENTA CENTÍMETROS (80 cm) +/- DIEZ CENTÍMETROS (10 cm) para unidades de DOS (2) pisos, a contar desde el nivel de piso.

Apartado II. Deben contar con aberturas longitudinales de ventilación, a cada uno de sus lados. Estas aberturas podrán ser continuas o lograrse a través de perforaciones circulares que tengan un diámetro de SIETE CENTÍMETROS (7 cm) +/- UN CENTÍMETRO (1 cm), logrando un área de ventilación equivalente mínima de CIENTO CINCUENTA CENTÍMETROS CUADRADOS POR METRO (150 cm<sup>2</sup>/m) lineal (6-7 perforaciones por metro lineal).

Dichas aberturas de ventilación deberán estar ubicadas como mínimo a una altura de CUARENTA CENTÍMETROS (40 cm) +/- DIEZ CENTÍMETROS (10 cm), a contar desde el nivel de piso, con el fin de proporcionar una adecuada ventilación.

Inciso e) Zócalo: la unión del piso al lateral debe impedir el escape de purines al exterior, cerrando todo el perímetro.

Inciso f) Frente: el frente de la unidad debe estar cerrado en forma total hasta VEINTE CENTÍMETROS (20 cm) +/- DIEZ CENTÍMETROS (10 cm) por debajo de la altura del vano de carga. La parte trasera debe tener un cerramiento igual al lateral hasta una altura de CIENTO VEINTE CENTÍMETROS (120 cm) +/- QUINCE CENTÍMETROS (15 cm), pero sin aberturas de ventilación; a los

efectos de evitar derrames de purines perjudicando al tránsito que podría estar circulando detrás.

Inciso g) Por encima del cerramiento lateral, se deben colocar hierros redondos equidistantes hasta VEINTE CENTÍMETROS (20 cm) +/- DIEZ CENTÍMETROS (10 cm) por debajo del alto de vano de carga.

Inciso h) Pasarela superior: deben estar provistos en la parte central del techo de UNA (1) pasarela o DOS (2) ubicadas a ambos laterales con propiedades antideslizantes que permitan la movilización del personal que atienda al ganado.

Inciso i) Puerta lateral: la unidad podrá contar con una puerta lateral por lado, abisagrada hacia un lado, con cierre seguro, y no deberá tener salientes que dañen a los animales.

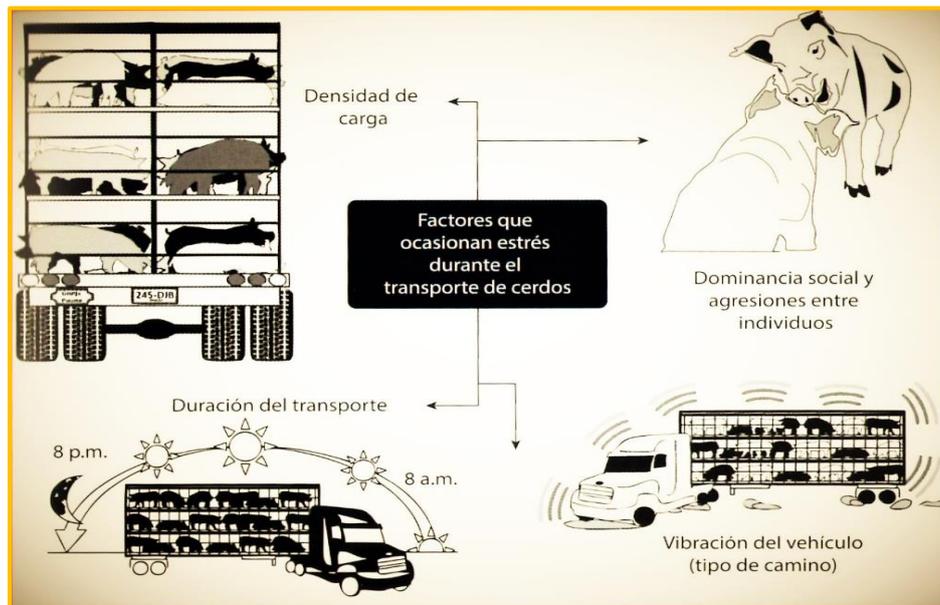
Inciso j) Protector: en aquellos casos que sea necesario proteger a los animales por razones climático-ambientales o de bienestar animal, deben tener techo protector o cubierta adecuada (desmontable).

Inciso k) Separaciones internas: las separaciones internas de las jaulas deben cubrir todo el espacio transversal al largo de la misma, con cierre seguro y no deben tener salientes que dañen a los animales. Estas deben ser utilizadas obligatoriamente en el caso de transportar animales de diferentes categorías, especie o propietarios.

Apartado I. Los separadores podrán ser del tipo guillotina de apertura vertical o del tipo tranquera. Para el caso de los separadores tipo guillotina, deben poseer los rodillos giratorios y las mismas limitaciones dimensionales que las puertas de acceso (SENASA, 2014).

### Factores estresantes durante el transporte

Las etapas previas al transporte, como el transporte en sí, deben realizarse por personal capacitado en bienestar animal, que ayude a reducir los factores estresantes (picanas y látigos) en los animales, por lo tanto, es necesario conocer el comportamiento de los mismos (Figura 3).



**Figura 3.** Factores estresantes comunes durante el transporte de cerdos. (Motas Rojas *et. al.* 2012).

- **Posición social:** Al mezclarse distintos lotes durante el transporte, el cerdo necesita establecer nuevas jerarquías dentro del nuevo grupo social. Esto origina luchas (Figura 4) para establecer el nuevo orden, siendo esto un factor estresante muy importante que afecta la calidad de la carne.

El agotamiento del glucógeno, asociado con las amenazas, las peleas o las montas que se presentan al desembarque, por lo regular resultan en carne tipo PSE (pálida, suave y exudativa) debido a que en ciertas líneas genéticas de cerdos, el metabolismo muscular se desarrolla de manera anormal debido al estrés provocando una acelerada o



**Figura 4.** Signos de pelea durante el

transporte.

rápida degradación de glucógeno a lactato, esto produce una disminución rápida del pH luego del sacrificio produciendo desnaturalización de proteínas debido a la elevada temperatura de la canal y por consiguiente aparición de carne tipo PSE (Hernández *et al* 2013).

- **Densidad de carga:** La carga previa al transporte es quizá el momento que provoca demasiado estrés cuando se transporta animales. (Berrecil Herrera *et al.*, 2009). Una sobrecarga de los camiones aumentará las contusiones (Figura 5). Además, incrementará las posibilidades de pérdidas por mortalidad y obtención de carnes tipo PSE (pálida, suave y exudativa) (Grandin, 1991).



**Figura 5.** Alta densidad de carga en camiones. (Motas Rojas *et. al.* 2012)

Por esto es necesario conocer las dimensiones del transporte y la densidad de carga que podrá variar dependiendo de la época del año, como se observa en la tabla 1.

| Densidades de cargas |  |                     |                      |  |
|----------------------|--|---------------------|----------------------|--|
| Peso de mercado      | Largo plataforma (Ancho camión 2,35 m) | Invierno            | Verano (más de 23°C) |  |
| 90 kg                | 0,66 m                                 | 0,32 m <sup>2</sup> | 0,37 m <sup>2</sup>  |  |
| 113 kg               | 0,54 m                                 | 0,40 m <sup>2</sup> | 0,46 m <sup>2</sup>  |  |

**Tabla 1:** Densidades recomendadas para cerdos.

- **Duración del transporte:** Antes de cualquier manipulación, los cerdos deben mantener periodos de ayuno de 12 a 14 horas, ya que tienen tendencia a marearse, vomitar y consecuentemente se produce un aumento de la mortalidad (Fábregas, *et al.*, 2003). Como el sistema digestivo está vacío, evita la propagación bacteriana (*Salmonella*) a través de las heces durante el transporte.

El ayuno durante todo el periodo de transporte, hasta su descarga en el frigorífico, no debe superar las 24 horas dado que éstos pierden un 5% de su peso debido al vaciamiento de su contenido intestinal. También se producen efectos negativos en el bienestar y calidad de la carne, pudiendo aumentar la posibilidad de problemas del tipo PSE que generalmente están asociadas con el estado de estrés de los cerdos. En épocas donde la temperatura supera los 15°C, se recomienda usar arena o aserrín mojado para mantener frescos a los cerdos. Si excede de los 23°C, hay que rociarlos con agua antes de embarcarlos. En épocas calurosas nunca se debe cubrir el piso con paja. No obstante, se podrá cubrir el piso cuando la temperatura sea menor a los 15°C para que conserven el calor (Grandin, 1991).

- **Vibración del vehículo:** Las vibraciones de baja frecuencia en un vehículo es molesta para los cerdos y provoca que estos vomiten durante el viaje y se acuesten rápidamente. Estas pueden ser más adversas que el ruido, ya que hacen que la frecuencia cardiaca de los animales durante el transporte se vea aumentada. El estrés por vibraciones disminuye a medida que se utilizan vehículos con suspensión neumática (Becerril *et al.* 2009).

## **Periodo de descanso previo a la faena**

En Argentina, en el año 2015, la Comisión Nacional de Bienestar Animal del SENASA, decide indagar sobre la legislación de países más desarrollados para contemplar la reducción del tiempo de descanso en corral de animales de la especie porcina, debido a que los tiempos prolongados de descanso favorecen la irritabilidad de las pjaras, provocando agresiones entre los animales, afectando así la calidad de la canal y de la carne.

La normativa internacional es escasa, siendo relevante la NOR AGRT1018108A del año 2010 de la legislación francesa.

En el artículo 1 de la Resolución 239/15 (Anexo 1) se dispone la reducción del tiempo de descanso de los porcinos en corral en un período de tiempo que abarca entre las 2 a 12 horas máximo. Asimismo, el artículo 2 de la misma resolución, establece que no es aconsejable reducir el tiempo de reposo de aquellos animales provenientes de ferias o criaderos distantes a menos de 50 kilómetros. Es así que los lineamientos del CAPITULO 10 del Decreto 4238/68, quedan modificados. (SENASA, 2015 b)

## **Proceso de Faena en Cerdos**

El Decreto 4238/68 de nuestro país en su artículo 1.1.13., define a la faena como *“el trabajo ejecutado desde el sacrificio de los animales, hasta su entrada a cámaras frigoríficas o su expendio con destino al consumo o industrialización de las reses, medias reses o cuartos”*.

Para lograr una óptima calidad de la carne, es de suma importancia tener en cuenta el periodo previo al sacrificio que involucra al transporte y la estadía en el frigorífico. Es allí en donde entran en juego las buenas prácticas de los operarios que aseguren el bienestar animal durante esta etapa.

El proceso de faena en los establecimientos faenadores de porcinos, se encuentra dividido en dos claras zonas: la zona sucia y la zona limpia. En cada una de ellas se desarrollan distintas tareas, tal como se detalla en la Figura 6.



Figura 6. Diagrama de flujo Faena Porcina

### Definición de carne y canal

El Reglamento de Inspección de Productos, Subproductos y Derivados de Origen Animal, de la secretaria de Agricultura y Ganadería de la Nación Argentina, Decreto 4238/68 define en su artículo 1.1.16 que “se entiende por carne a la parte muscular y tejidos blandos que rodean el esqueleto de la res faenada, incluyendo su cobertura grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y todos aquellos tejidos no separados durante la operación de faena, con excepción de la piel en la especie porcina. Además, se considera carne al diafragma, no así a los músculos de sostén del aparato hioideo, el corazón y el esófago. Por extensión se incluyen las aves de corral, caza, pescados, crustáceos, moluscos y otras especies aptas para el consumo humano”.

Mientras que en su artículo 1.1.14 define que “se entiende por res (carcasa o canal), el animal mamífero de elaboración permitida en establecimientos

*habilitados, después de sacrificado, sangrado, desollado, extirpada la cabeza, extremidades a nivel del carpo y tarso, cola y mamas y eviscerado. Se exceptúa el porcino en lo que respecta a desollado y extirpado de la cabeza y patas”.*

A su vez, el Artículo 247 del Código Alimentario Argentino define que “*Con la denominación genérica de Carne, se entiende la parte comestible de los músculos de los bovinos, ovinos, porcinos y caprinos declarados aptos para la alimentación humana por la inspección veterinaria oficial antes y después de la faena. La carne será limpia, sana, debidamente preparada, y comprende a todos los tejidos blandos que rodean al esqueleto, incluyendo su cobertura grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y todos aquellos tejidos no separados durante la operación de la faena. Por extensión se considera carne al diafragma y los músculos de la lengua, no así los músculos de sostén del aparato hioideo, el corazón y el esófago. Con la misma definición se incluyen la de los animales de corral, caza, pescados, crustáceos, moluscos y otras especies comestibles.”*

### **Transformación de músculo en carne**

Cuando se realiza el sacrificio del animal, se interrumpe la circulación sanguínea como consecuencia de la operación de desangrado. En este momento cesa el aporte de oxígeno y sustancias nutritivas y la eliminación de dióxido de carbono y otros metabolitos.

Poco tiempo después se establece el rigor mortis, fenómeno caracterizado por la contracción de naturaleza irreversible de los músculos. A consecuencia de la muerte, solamente tiene lugar en el músculo, el proceso denominado glicólisis. Este proceso origina la formación de ácido láctico que, al no ser eliminado por la corriente circulatoria, genera un descenso del pH muscular. La glicólisis muscular no cesa hasta que se agotan las reservas de glucógeno.

Es importante para la calidad de la carne, sobre todo para la terneza, que el rigor mortis se alcance en el momento adecuado: ni demasiado pronto, ni demasiado tarde. Los animales que han sufrido situaciones de estrés de duración larga antes del sacrificio tienen menos energía en sus músculos y el

rigor mortis se establece rápidamente (Serrano *et al* 2012). Una vez que se ha completado el rigor mortis, la rigidez del músculo desaparece gradualmente, durante el proceso denominado maduración, mediante el cual la carne se hace más tierna y aromática debido a la actuación del sistema enzimático proteolítico de las células.

### **Concepto de calidad de carne**

La calidad se considera actualmente un parámetro de gran importancia a la hora de analizar la evolución de distintos mercados de productos agroalimentarios. Dicha importancia es mayor en aquellos productos que por diversas razones han protagonizado “escándalos alimentarios” que han conllevado una menor confianza del consumidor en el producto, como es el caso de la carne (Maza y Ramírez 2006)

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO) define generalmente a la calidad de la carne en función de su calidad composicional (coeficiente magro-graso) y de factores de palatabilidad tales como: aspecto, olor, firmeza, jugosidad, ternura y sabor. La calidad nutritiva de la carne es objetiva, mientras que la calidad “como producto comestible”, (Calidad sensorial) tal y como es percibida por el consumidor, es altamente subjetiva. Realizando una aproximación a la calidad desde el punto de vista del consumidor los atributos organolépticos son de gran importancia cuando se habla de carne fresca. El consumidor asocia, como atributos de calidad, el color, la ternura, la jugosidad, el sabor y el aroma. Mientras que la industria centra la atención en la calidad tecnológica, como pH, capacidad de retención de agua (CRA), textura y ausencia de sabores anómalos, los cuales están influenciado por factores controlables por el productor, como la raza, sexo, edad y las prácticas de manejo ante-mortem y post-mortem (Hernández Cazares *et al* 2013). Otros tipo de calidad es la higiénico- sanitaria, aspecto muy importante para el comercio internacional que garantiza productos inocuos y seguros para el consumidor a través de la realización de inspecciones visuales, microbiológicos, de xenobióticos y programas de trazabilidad (Cuadro 1).



**Cuadro 1.** Tipos de calidad

## pH

El pH es el logaritmo negativo de la concentración de protones de una disolución y su valor se expresa en una escala de 0 (ácido) a 14 (básico). El pH muscular de los animales vivos se sitúa en un rango entre, 7.08 y 7.30 (Almada *et al* 2011).

Dentro de la calidad tecnológica, el pH es el principal factor que afecta la calidad de la carne. El ritmo del descenso del mismo durante el rigor mortis, determina la aparición de carnes con características anómalas e inadecuadas para el procesado, como son las PSE y DFD. La influencia del pH sobre la calidad de la carne se debe en gran parte a su relación con la estabilidad de las proteínas musculares (Ruiz *et al* 2004). La velocidad de reducción del pH y la temperatura del músculo a la que se produce, afectan a la desnaturalización proteica del musculo después del sacrificio.

El pH desciende en los músculos típicos de los mamíferos hasta valores entre 5.5 y 5.7 en las primeras 6 a 12 horas después del sacrificio.

El descenso del pH depende del tipo de fibra muscular que predomina en el músculo y la actividad muscular previa al sacrificio. Así, los músculos con predominio de fibras musculares de contracción rápida (blancas) alcanzan valores finales de 5.5, mientras que los músculos en donde predominan las fibras de contracción lenta (rojas) el pH no baja de 6.3. Los músculos que más

trabajo realizan previo al sacrificio, son los que presentan un pH más elevado postmortem (Zimerman 2008).

Los nombres PSE y DFD describen las características físicas que presentan los músculos cuando se comparan con las características de la carne normal. Estas carnes, se definen por el valor del pH en momentos determinados. De esta manera, la carne PSE es aquella que posee un pH inferior a 6 en los primeros 45 minutos después del sacrificio, mientras que la carne DFD es aquella que posee un pH igual o superior a 6 después de las 12- 24 horas posteriores al sacrificio.

La cantidad de glucógeno que haya en los músculos antes del sacrificio dependerá en gran medida de todos aquellos factores que causan estrés físico y fisiológico de los animales.

### **Terneza**

La terneza es una de las características sensoriales más importantes de la carne, la cual es considerada en la evaluación de calidad por parte del consumidor, siendo la que determina su aceptación. Además, se encuentra relacionada en mayor o menor medida con el estado e interacción de las diferentes estructuras del musculo y sus componentes (miofibrillas, tejido conjuntivo, agua y grasa intramuscular) (Braña Varela *et al* 2011) los cuales pueden verse afectados por factores genéticos o ambientales.

La terneza es inversamente proporcional a la fuerza de corte medida normalmente con la cuchilla de Warner Bratzler. La otra forma de calificar la terneza es la opinión (calificaciones) de personas entrenadas (catadores) o no entrenadas (Huerta Leidenz y Rodas 2000).

Entre los factores enumerados la grasa intramuscular es considerado un atributo determinante de la jugosidad de la carne y por lo tanto, también se relaciona con la terneza.

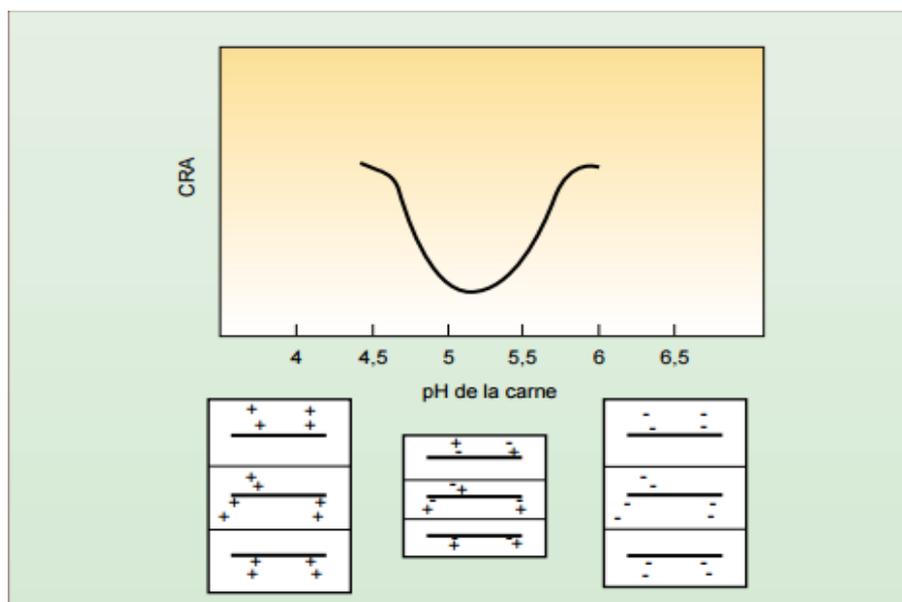
### **Capacidad de retención de agua**

El termino Capacidad de retención de agua hace referencia a la facultad de la carne para evitar la salida de agua de su interior. Entre un 65% y un 80% del peso del musculo es agua, y esta se encuentra en su gran mayoría retenida por

capilaridad en los espacios existentes entre los miofilamentos constituyentes de las miofibrillas (Ruiz *et al* 2004).

El poder de retención de agua está estrechamente ligado al pH final y guarda un valor más alto cuando más alto sea el valor de pH. Cuando la caída de pH es más rápida, se traduce en un descenso en el poder de retención de agua (Figura 7).

La excesiva pérdida de agua provoca un cambio en el estado químico del pigmento mioglobina por su conversión acelerada en metamioglobina. Además cuando estos músculos son cortados perpendicularmente el eje de las fibras musculares se produce una exudación elevada y el tejido presenta una estructura delgada y abierta, por lo que la carne presenta poca consistencia y se observan carne tipo PSE (Hernández Cazares *et al* 2013).



**Figura 7.** Relación entre el pH de la carne y la CRA. Las estructuras de la parte inferior representan sarcomeros con los miofilamentos gruesos y delgados (Ruiz *et al* 2004)

La medición de capacidad de retención de agua se puede realizar por distintos procedimientos

- **Perdida por goteo (Drip loss)**: se realiza sobre la muestra fresca antes de las 36 horas luego de la faena. No deben aplicarse fuerzas externas distintas a la gravedad, se debe evitar la evaporación superficial y minimizar estado de tensión y/o compresión (Almada *et al* 2009).

- **Perdida por cocción (Cooking loss)**: es la pérdidas de fluidos tras la cocción de la carne en forma seca (horno o grill) o cocción en forma húmeda en baño de agua hasta que el centro de la muestra llegue a los  $70\pm 0,5$  °C sin la aplicación de fuerzas externas.
- **Perdida por descongelación (Thawing loss)**: Este procedimiento se realiza sin la aplicación de fuerzas externas. Tras la congelación y descongelación se origina un exudado sobre la carne.
- **Jugo exprimible (Expressible juice) por método de compresión**: este procedimiento consiste en la deformación de la carne sin cocción, mediante la aplicación de fuerzas externas (compresión, centrifugación o succión) sobre un papel de filtro.

## Color

La apariencia visual de la carne determina la respuesta del consumidor de compra. El color es probablemente el principal factor que influye sobre el consumidor a la hora de la elección del corte.

El mismo es el resultado de tres elementos:

- La cantidad de pigmento (mioglobina), que es la responsable de la intensidad del color.
- La forma química del pigmento debido al estado en que se encuentra el hierro (oxidado o reducido) y a que se encuentren unidos dichos átomos de hierro, ya que determinan la tonalidad cromática de la mioglobina (rojo vivo, púrpura, pardo).
- y la cantidad de luz reflejada por la superficie.

La evolución del pH postmortem influye considerablemente en el color de la carne ya que afecta la estructura de la superficie de la carne y la proporción de incidencia reflejada dando a pH elevados carnes color oscuras y a caídas rápidas de pH produce carnes de apariencias más pálidas.

A su vez el color es un indicador de si la carne es fresca o si existe un desorden debido a una carga microbiana muy alta o si ha sufrido estrés el animal.

Entre los factores que pueden afectar al color en el cerdo destaca el sistema de explotación que determina a su vez, la edad de sacrificio y la actividad física.

## MATERIALES Y METODOS

### Localización

El establecimiento frigorífico habilitado por SENASA donde se realizó la toma de muestras, está ubicado en el Partido de Mar Chiquita a 5 kilómetros de su ciudad cabecera, Coronel Vidal y a metros de la Ruta Provincial 55.

El estudio de las muestras tomadas se llevó a cabo en el laboratorio de calidad de carnes de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Se obtuvieron 42 muestras divididas en dos lotes, provenientes de distintos criaderos, uno a 2 kilómetros del frigorífico, dentro del Partido de Mar Chiquita y otro ubicado a 350 kilómetros en el partido de General Alvear.

Los animales fueron trasladados por medio de camiones habilitados por SENASA, respetando la densidad de carga correspondiente al tipo de vehículo y a la temperatura de los días en que se realizó el transporte (13 a 15°C). La descarga se realizó por el personal de transporte y de la planta los cuales se encuentran capacitados en bienestar animal (Figura 8 y 9).



**Figura 8 y 9.** Descarga de Porcinos.

Una vez realizada la descarga los cerdos del criadero más cercano permanecieron en los corrales de descanso un periodo mínimo de 2 horas, mientras los animales provenientes del criadero sito en General Alvear, el periodo de descanso se extendió por 12 horas.

Siguiendo los lineamientos de SENASA sobre Bienestar Animal, la insensibilización previa a la etapa de degüello se realizó mediante un insensibilizador eléctrico marca “DINAMITA” por medición de impedancia.

### **Medición de pH y acondicionamiento de las muestras**

La medición de pH se realizó con un pHmetro marca Testo modelo 205 que posee un electrodo de penetración (Figura 10 y 11) el cual fue previamente calibrado en el laboratorio de calidad de carne de la Facultad de Ciencias Veterinarias.

Las mediciones se realizaron en cámara de oreo a una temperatura de a 4°C, sobre el espacio intercostal entre las costillas 10 y 11 de la media canal izquierda. Estas se llevaron a cabo a los 45 minutos, 5 y 24 horas después de realizado el sacrificio del animal.



**Figura 10 y 11.** pHmetro Testo 205 con electrodo de penetración

Pasadas las 24 horas, las medias reses fueron trasladadas a la sala de desposte, donde se tomaron muestras de carne del musculo *Longissimus dorsi* a la altura de la 11va y 12va vertebra torácica. Posteriormente, fueron debidamente envasadas y rotuladas para ser llevadas al túnel de congelamiento y así mantener las características propias de las mismas hasta realizar las determinaciones restantes.

Las muestras congeladas, fueron descongeladas bajo corriente de agua a temperatura ambiente. Una vez descongeladas se le evaluó nuevamente el pH.

## Determinación de Color

Para la determinación de color se utilizó la muestra sin hueso (ojo de bife) (Figura 12) dejándola reposar durante una hora para que se oxigene (blooming). Se realizó la medición por triplicado con colorímetro Minolta CR-400 (Figura 13) utilizando el sistema de color CIE Lab, que es el modelo cromático usado normalmente para describir todos los colores que puede percibir el ojo humano registrándose la luminosidad ( $L^*$ ), el componente de color rojo-verde ( $a^*$ ) y los componentes de color amarillo- azul ( $b^*$ ) (Figura 14). A su vez, los parámetros Croma ( $C^*$ ) y Tono ( $H^*$ ) se calcularon con fórmulas matemáticas (Almada *et al* 2009).



Figura 12. Muestra, Ojo de bife.

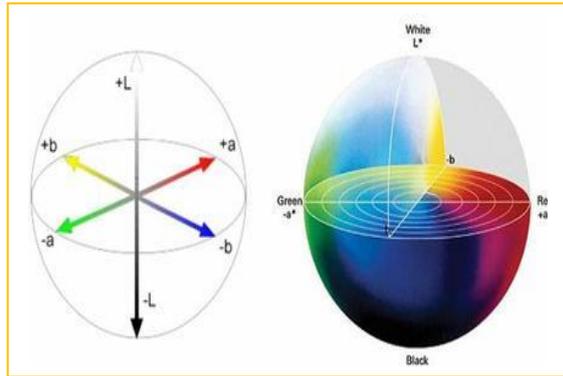


Figura 13. Colorímetro portátil Minolta CR400.

Figura14. Sistema de color CIE Lab.

## **Perdida por cocción o Cooking loss**

Las muestras para la determinación de la pérdida por cocción no pueden ser las mismas que se utilizan previamente para la determinación de las pérdidas por goteo. Sin embargo, estas muestras cocidas podrán ser utilizadas para el análisis de textura. (Almada et al 2009)

Para la realización de este análisis se contó con una balanza analítica, un baño de agua para incorporar la mayor cantidad de muestras posible y bolsas con cierre hermético para evitar el ingreso de agua.

Se procedió pesando las muestras, colocándolas debidamente en las bolsas de plástico identificadas, que se introdujeron cuidadosamente en baño de agua, evitando el ingreso de la misma.

El baño estaba atemperado a 75° C y las bolsas permanecieron en el agua hasta que el centro de la pieza llegó a los 72° C. Al final de ese tiempo, las muestras se sacaron del baño y se enfriaron durante 30 minutos en agua corriente a temperatura ambiente, protegiéndolas de la desecación (Almada *et al* 2011). Luego se extrajeron de las bolsas y se secaron cuidadosamente, sin comprimirlas, para eliminar el jugo que aun permaneciera adherido.

Los resultados se expresaron como diferencia entre el peso crudo y cocido en relación al peso crudo y se expresaron en porcentajes (Almada *et al* 2009).

## **Evaluación de la Terneza**

Para la evaluación de la terneza partir de las muestras cocidas, se cortaron 9 paralelepípedos, siete como mínimo, que tengan las siguientes dimensiones: 3-4 cm largo x 1 cm de alto, teniendo en cuenta que el corte con la célula se realizara perpendicularmente a la dirección de las fibras (Figura 15 y 16).



**Figura 15.** Dirección de fibras musculares.



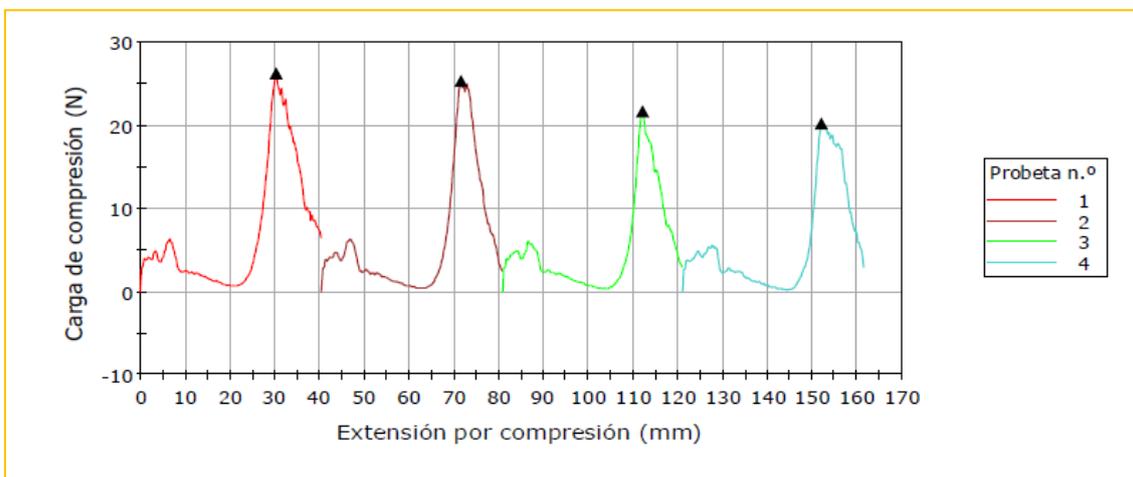
**Figura 16.** Paralelepípedos

Se utilizara la célula Warner Bratzler aplicada a un equipo Instron modelo 3343, con una velocidad de ensayo de 50 – 100 mm/min (Figura 17) (Almada *et al* 2009).

El parámetros que se registraron fue el de fuerza máxima (N) (Figura 18) pudiéndose medir además el parámetro energía total bajo la curva; que también resultó de gran utilidad.



**Figura 17.** Texturometro Instron Modelo 3343.



**Figura 18.** Método de Warner Bratzler.

### **Análisis estadísticos**

Se realizaron cálculos estadísticos para la interpretación de los datos obtenidos.

## RESULTADO Y DISCUSION

### Calidad de la carne

El transporte de largas distancias de animales vivos, es un factor determinante que se ve reflejado en la calidad final de la canal.

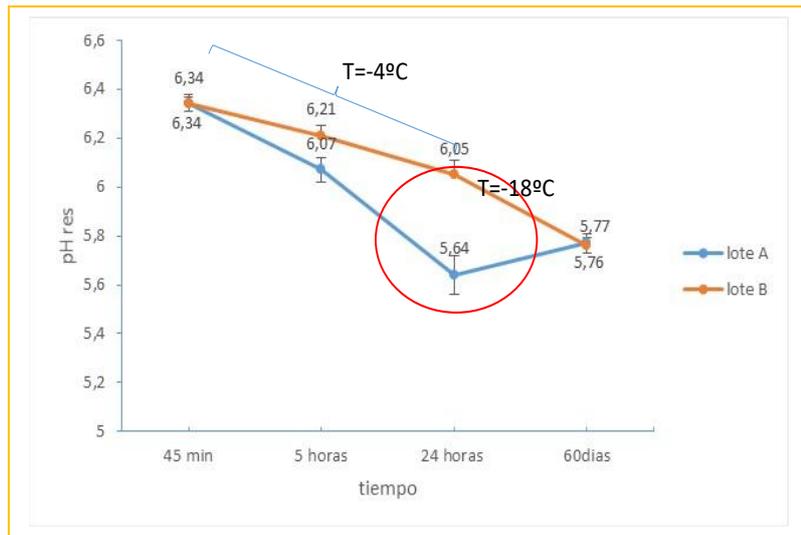
Leheska *et al* 2003 afirma en estudios realizados, que tiempos de transportes prolongados mejoran la calidad de la carne y reducen la presencia de carnes PSE, comparado con viajes cortos (30 minutos) que favorecen la presencia de este tipo de carnes.

A su vez, Romero Peñuela y Sánchez Valencia 2015 indican que el tiempo de transporte de corta duración hacia las plantas frigoríficas y la utilización de camiones que presentaron buenas condiciones de mantenimiento, pudieron incidir en la no aparición de carnes con estas características.

A su vez, Nacameh (2013) destaca que el transporte supone un cambio ambiental en la actividad del hipotálamo-hipófisis-adrenales produciendo un aumento del gasto energético. Además refiere a las hormonas intervinientes en el estrés y metabolismo del glucógeno muscular que pueden verse aumentadas con el tiempo de espera al sacrificio

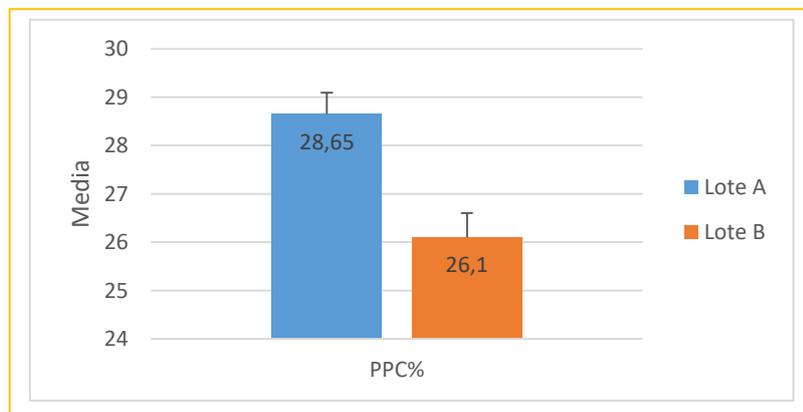
Los resultados del descenso de pH post mortem obtenidos muestran claras diferencias en los lotes al cabo de las 24 horas, observándose que aquellos animales que tuvieron un mayor recorrido, el promedio de pH fue de 6,05 mientras que en los animales con un recorrido menor el promedio de pH fue de 5,64 (Grafico 1) (Tabla 2).

Al descongelar las muestras de carne y medir el pH, se observó que ambos lotes presentaron pH equivalentes al cabo del tiempo de almacenamiento. Esto indicaría que durante el almacenamiento, a pesar de estar a temperaturas de congelación (-18°C), ciertas reacciones enzimáticas y químicas se continuaron sucediendo lentamente.



**Grafico 1.** Curva de descenso de pH de los diferentes lotes a diferentes horas (Lote A menor recorrido, lote B mayor recorrido).

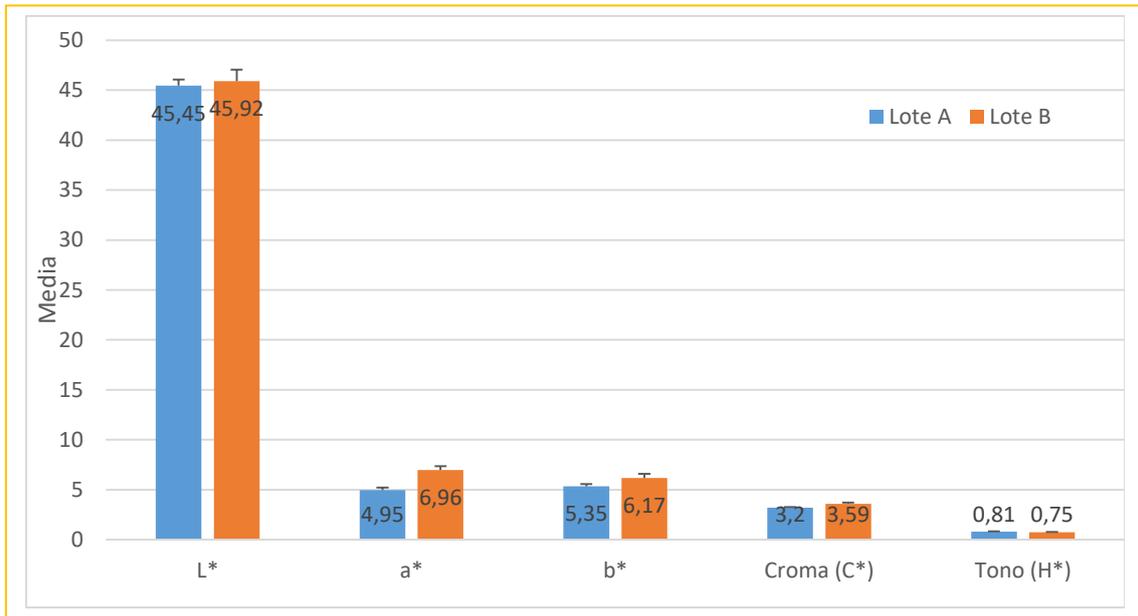
El parámetro pérdida por cocción (PPC) evaluada en la carne cocida presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos lotes. Se observó una mayor PPC para los muestras obtenidas de aquellos animales que tuvieron un menor recorrido, mientras que aquellos que tuvieron un recorrido más largo la PPC fue menor (Grafico 2).(Tabla 2).



**Grafico 2.** Pérdida por cocción diferentes lotes. A corto recorrido B largo recorrido

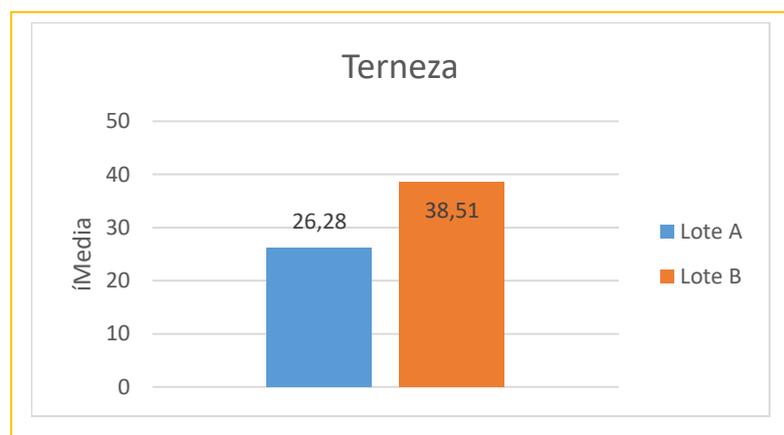
A su vez, en el parámetro color se observó que las muestras no presentaron diferencias en la luminosidad ( $L^*$ ) y  $b^*$ , pero presentaron diferencia en el valor de  $a^*$  (rojo a verde). Un mayor valor de  $a^*$  en las muestras obtenidas de aquellos animales que sufrieron un recorrido más largo, estaría indicando un

aumento del color rojo, claro indicador de un color de carnes más oscuras (Grafico 3).



**Grafico 3.** Diferencia de color, croma y tono en los distintos lotes. (A corto recorrido, B largo recorrido)

La terneza presentó diferencias estadísticamente significativas entre los lotes, los valores de fuerza de corte fueron mayor en aquellas muestras que tuvieron un largo recorrido en comparación a las que tuvieron un recorrido más corto (Grafico 4) (Tabla 2)



**Grafico 3.** Terneza de los diferentes lotes. A corto recorrido, B. largo recorrido

|                           | LOTE A |      | LOTE B |      |
|---------------------------|--------|------|--------|------|
|                           | Media  | E.E. | Media  | E.E. |
| <b>pH<sub>45</sub></b>    | 6,34   | 0.03 | 6,34   | 0,04 |
| <b>pH<sub>5</sub></b>     | 6,07   | 0,05 | 6,21   | 0.04 |
| <b>pH<sub>24</sub></b>    | 5,64   | 0,08 | 6,05   | 0.06 |
| <b>pH<sub>Final</sub></b> | 5,77   | 0,04 | 5,76   | 0.03 |
| <b>PPC %</b>              | 28,65  | 0,44 | 26,10  | 0.50 |
| <b>Terneza (N)</b>        | 26,28  |      | 38,51  |      |
| <b>L*</b>                 | 45,45  | 0,63 | 45,92  | 1,13 |
| <b>a*</b>                 | 4,95   | 0,26 | 6,96   | 0,40 |
| <b>b*</b>                 | 5,35   | 0,21 | 6,17   | 0,43 |
| <b>C*</b>                 | 3,20   | 0,06 | 3,59   | 0,11 |
| <b>H*</b>                 | 0,81   | 0,01 | 0,75   | 0,01 |

**Tabla 2.** Diferencia parámetros pH. PPC, Terneza; color para lotes A menor recorrido y B mayor recorrido.

Los resultados de los parámetros de calidad de carne obtenidos, color, terneza y pérdida por cocción, se correlacionan con los valores de caída de pH obtenidos a las 24 horas. Las características para las muestras obtenidas de animales que tuvieron un mayor tiempo de transporte y mayor recorrido indican características de carnes DFD. Los resultados estarían indicando un aumento del estrés debido al tiempo de viaje, siendo insuficiente el periodo de descanso previo a la faena, para lograr reestablecerse el estado basal. El agotamiento del glucógeno debido al estrés, afecta el descenso del pH afectando directamente los aspectos de calidad de la carne. Además se observó que las características afectadas previo al rigor mortis, no logran reestablecerse aun con períodos largos de almacenamiento.

## **CONCLUSIONES**

Las características afectadas por el transporte, visibles en la curva de descenso de pH, que marca características de carnes tipo DFD, en aquellos animales que tuvieron mayor tiempo de transporte, a pesar de haber alcanzado un pH óptimo luego de su almacenamiento a  $-18^{\circ}\text{C}$  se diferencia claramente de que aquellos animales que tuvieron trayecto más corto los cuales presentaron características de carnes normales.

Por ende podemos decir que la distancia y tiempo de transporte, impacta sobre la calidad de la carne y los periodos de descanso establecidos actualmente no son suficientes para que los animales puedan reestablecer su estado basal, por eso recomendable que los recorridos de los animales a las plantas de faenas sean más cortos, para así obtener carnes de calidad que tenga mayor aceptación por el consumidor.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almada. C. A.; Bonato, I.; Carduza, F.; Cossu, M. E.; Grigioni, G. M.; Irurueta, M.; Perlo, F.; Picallo, A. B.; Teira, G. A. (2011). Manual de procedimientos: Determinación de los parámetros de calidad física y sensorial de carne bovina. Buenos Aires, Argentina.
- Almada. C. A.; Carduza, F.; Cossu, M. E.; Grigioni, G. M.; Irurueta, M.; Picallo, A. B. (2009). Manual de procedimientos: Determinación de los parámetros de calidad física y sensorial de carne porcina. Buenos Aires, Argentina.
- Área Porcinos. (2015). Anuario 2015 porcinos Dirección Nacional de Producción Ganadera. Disponible en URL: <http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/porcinos/estadistica/archivos//00005-Anuario/150000-Anuario%202015.pdf>. Fecha de consulta 12/4/2017.
- Berrecil Herrera, M.; Motas Rojas, D.; Guerrero Legarreta, I.; Schunemann de Aluja, A.; Lemus Flores, C.; González Lozano, M.; Ramírez Necoechea, R.; Alonso Spilsbury, M. (2009). Aspectos relevantes del bienestar del cerdo en tránsito. Disponible en URL: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-50922009000300009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922009000300009). Fecha de consulta 10/10/2016.
- Beyli, M. E.; Brunori, J.; Campagna, D.; Cottura, G.; Crespo, D.; Denegri, D.; M. Ducommun, M. Luz.; Faner, C.; Figueroa, M.E.; Franco, R.; Giovannini, F.; Goenaga, P.; Lomello, V.; Lloveras, M.; Millares, P.; Odetto, S.; Panichelli, D.; Pietrantonio, J.; Rodríguez Fazzone, M.; Suárez, R.; Spiner, N.; Zielinsky G. (2012). Buenas practicas pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar, cap. XIII, pp 265-275. Disponible en URL: [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_porcinos\\_capxiii.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_porcinos_capxiii.pdf). Fecha de consulta 15/09/2016.
- Boletín porcino- diciembre 2016. (2016). Informe mensual de faena, producción y consumo. Ministerio de agroindustria. Disponible en URL: <http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/porcinos/estadistica/archivos//00001->

[Boletines/000000\\_2016/161200\\_Boletin%20Porcinos%20\(Diciembre%202016\).pdf](#) Fecha de consulta: 12/04/2017.

- Braña Varela, D.; Ramírez Rodríguez, E.; Rubio Lozano, M.; Sánchez Escalante, A.; Torrescano Urrutia, G.; Arenas de Moreno, M.L.; Partida de la Peña, J.A.; Ponce Alquicira, E.; Ríos Rincón, G. (2011). Manual de análisis de calidad en muestras de carne. Disponible en URL: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/3.%20Manual%20de%20An%C3%A1lisis%20de%20Calidad%20en%20Muestras%20de%20Carne.pdf>. Fecha de consulta 23/11/2016.
- Fábregas, E.; Velarde, A.; Diestre, A. (2003). EL Bienestar animal durante el transporte y sacrificio como criterio de calidad. Disponible en URL: [http://www.produccion-animal.com.ar/etologia\\_y\\_bienestar/bienestar\\_en\\_general/59-bienestar\\_durante\\_transporte\\_y\\_sacrificio.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_general/59-bienestar_durante_transporte_y_sacrificio.pdf). Fecha de consulta 12/10/2016.
- Grandin, T. (1991). Recomendaciones para el manejo de animales en la planta de faena. American Meat Institute, Washington, DC.
- Hernández, B. J.; Aquino López, J. L.; Ríos Rincón, F. G. (2013) Efecto del manejo pre-mortem en la calidad de la carne. Nacameh Vol. 7, N° 2, pp 41-64. Disponible en URL: [http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v7n2/Nacameh\\_v7n2\\_041\\_HdzBautista\\_etal.pdf](http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v7n2/Nacameh_v7n2_041_HdzBautista_etal.pdf). Fecha de consulta 07/11/2016.
- Hernández Cazares Aleida, S.; Narciso Gaytán, C.; Velasco, J.; Real Luna, N.; Contreras Oliva, A. (2013). Control de calidad de la carne de cerdo. Disponible en URL: [http://www.funprover.org/agroentorno/agro\\_ene013/controlcalidaddecarnede\\_cerdo.pdf](http://www.funprover.org/agroentorno/agro_ene013/controlcalidaddecarnede_cerdo.pdf). Fecha de consulta 10/11/2016.
- Huerta Leidenz, N.; Rodas Argenis, R. (2000). Aspectos de calidad de carne para inicios del nuevo milenio. Disponible en URL: <http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/AspectosCalidadCarne.pdf>. Fecha de consulta 23/11/2016.

- Leheska, J. M., Wulf, D. M., Maddock, R. J. 2003. Effects of fasting and transportation on pork quality development and extent of post-mortem metabolism. Journal Animal Science. pp 3194-3202.
- Manual de bienestar animal. Un enfoque práctico para el buen manejo de especies domésticas durante su tenencia, producción, concentración, transporte y faena Versión 1 (2015 a) Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Disponible en URL: [http://www.senasa.gov.ar/sites/default/files/ARBOL\\_SENASA/ANIMAL/BOVINOS\\_BUBALINOS/INDUSTRIA/ESTABL\\_IND/BIENESTAR/manual\\_de\\_bienestar\\_animal\\_especies\\_domesticas\\_-\\_senasa\\_-\\_version\\_1-2015.pdf](http://www.senasa.gov.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/ANIMAL/BOVINOS_BUBALINOS/INDUSTRIA/ESTABL_IND/BIENESTAR/manual_de_bienestar_animal_especies_domesticas_-_senasa_-_version_1-2015.pdf). Fecha de consulta. 03/09/2016.
- Maza M.; Ramírez, V. (2006). Distintas consideraciones en torno a los atributos de calidad de la carne de vacuno por parte de industria y consumidores. Disponible en URL: [http://aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2006/102-4/ITEA\\_102-4.pdf#page=26](http://aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2006/102-4/ITEA_102-4.pdf#page=26). Fecha de consulta 09/11/2016.
- Motas Rojas, D.; Huertas, S. M.; Guerrero, I.; Trujillo, M. E. (2012). Bienestar Animal: Productividad y calidad de la carne. Distrito Federal. México.
- Registro nacional sanitario de transporte de animales vivos- creación. Resolución 581/2014 (2014). Servicio Nacional de Sanidad y calidad Agroalimentaria. Disponible en URL: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/235000-239999/239893/norma.htm>. Fecha de consulta: 10/10/2016.
- Resolución 239/2015 (2015 b). Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Disponible en URL: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/245000-249999/248355/norma.htm>. Fecha de consulta 14/10/2016.
- Romero MH, Sánchez JA. Evaluación de factores de riesgo de carne pálida, suave y exudativa (PSE) debido a las condiciones presacrificio en cerdos. Revista Biosalud 2015; 14(1): 57-68. Disponible en URL: <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v14n1/v14n1a07.pdf>. Fecha de consulta 28/03/2017

- Ruiz, J.; Martin, D.; Ventanas, S. (2004). La calidad de la carne en porcino. Disponible en URL: [https://www.researchgate.net/profile/Jorge\\_Ruiz\\_Carrascal/publication/220036858\\_Meat\\_quality\\_in\\_swine/links/53e0b7be0cf24f90ff60a762.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Ruiz_Carrascal/publication/220036858_Meat_quality_in_swine/links/53e0b7be0cf24f90ff60a762.pdf). Fecha de consulta 10/11/2016.
- [http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/12445/mod\\_resource/content/0/Microsoft\\_Word\\_-\\_MODIFICACIONES\\_EN\\_EL\\_MUSCULO\\_DESPUES\\_DE\\_L\\_SACRIFICIO\\_05.pdf](http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/12445/mod_resource/content/0/Microsoft_Word_-_MODIFICACIONES_EN_EL_MUSCULO_DESPUES_DE_L_SACRIFICIO_05.pdf).
- Serrano, E.; Humada, M.; Maestro, M. (2012). Manejo Pre y Post Sacrificio: Influencia sobre la Calidad de la Carne de Vacuno. Disponible en URL: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/164-carne\\_con\\_seguridad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/164-carne_con_seguridad.pdf). Fecha de consulta: 08/11/2016.
- Zimerman, M. (2008). pH de la carne y factores que lo afectan. En: Sañudo Astiz, C. y González, C. (eds.). Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano. Argentina. Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires y AECl, pp 141-152.

## ANEXOS

### Análisis estadístico

#### Materiales y métodos

Se midieron las variables pH 45 minutos, pH 5 horas, pH 24 horas, pH final, pérdidas por cocción (PPC), Textura, Color (L, a y b), C\* y T\* en reses de cerdos que provenían de dos criaderos (A y B).

Todas las variables tuvieron distribución normal excepto la textura. Cuando las variables tuvieron distribución normal se compararon ambos grupos por medio del Test t de student, mientras que para la textura se comparó por medio del Test de Wilcoxon. En ambos casos se trabajó con una significancia del 0,05. Todos los análisis fueron realizados con el software InfoStat versión 2015p.

#### Resultados

En la tabla 1 se muestran las medidas de resumen con su p valores para la variable pH comparada por medio del Test t.

*Tabla 1. Comparación entre Grupos para las variables pH*

| pH<br>Grupo<br>Estadístico | 45 minutos |        | 5 horas |        | 24 horas |        | Final  |        |
|----------------------------|------------|--------|---------|--------|----------|--------|--------|--------|
|                            | A          | B      | A       | B      | A        | B      | A      | B      |
| N                          | 21         | 21     | 21      | 21     | 21       | 21     | 21     | 21     |
| Media                      | 6,34 a     | 6,34 a | 6,07 a  | 6,21 b | 5,64 a   | 6,05 b | 5,77 a | 5,76 a |
| EE                         | 0,03       | 0,04   | 0,05    | 0,04   | 0,08     | 0,06   | 0,04   | 0,03   |

Letras diferentes, diferencias estadísticamente significativas al 0,05.

En la tabla 2 se muestran las medidas de resumen con su p valores para las variables color comparadas por el test t.

*Tabla 2. Comparación entre Grupos para las variables color*

| Variable<br>Grupo<br>Estadístico | L         |           | a      |        | b        |          |
|----------------------------------|-----------|-----------|--------|--------|----------|----------|
|                                  | A         | B         | A      | B      | A        | B        |
| n                                | 21        | 21        | 21     | 21     | 21       | 21       |
| Media                            | 45,45 a * | 45,92 a * | 4,95 a | 6,96 b | 5,35 a * | 6,17 a * |
| EE                               | 0,63      | 1,13      | 0,26   | 0,40   | 0,21     | 0,43     |

Letras diferentes, diferencias estadísticamente significativas al 0,05.

\*Corrección de Satterwait. Heterogeneidad de varianzas al 0,05.

En la tabla 3 se muestran las medidas de resumen con su p valores para las variables Croma, Tono y PPC.

*Tabla 3. Comparación entre Grupos para las variables Croma, Tono y PPC*

| Variable<br>Grupo<br>Estadístico | Croma    |          | Tono   |        | PPC     |         |
|----------------------------------|----------|----------|--------|--------|---------|---------|
|                                  | A        | B        | A      | B      | A       | B       |
| N                                | 21       | 21       | 21     | 21     | 21      | 21      |
| Media                            | 3,20 a * | 3,59 b * | 0,81 a | 0,75 b | 28,65 a | 26,10 b |
| EE                               | 0,06     | 0,11     | 0,01   | 0,01   | 0,44    | 0,50    |

Letras diferentes, diferencias estadísticamente significativas al 0,05.

\*Corrección de Satterwait. Heterogeneidad de varianzas al 0,05.

La tabla 4 se muestra las medidas de resumen y su p valor del test de Wilcoxon para la variable Textura

*Tabla 4. Comparación entre Grupos para la variable Terneza*

| Variable<br>Grupo<br>Estadístico | Terneza |         |
|----------------------------------|---------|---------|
|                                  | A       | B       |
| N                                | 21      | 21      |
| Mediana                          | 26,28 a | 38,51 b |
| Mínimo                           | 14,26   | 21,90   |
| Máximo                           | 39.68   | 68.14   |

Letras diferentes, diferencias estadísticamente significativas al 0,05.

## **Bibliografía**

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

## Anexo estadístico

### Shapiro-Wilks (modificado)

| Variable | n  | Media | D.E.  | W*   | p(Unilateral D) |
|----------|----|-------|-------|------|-----------------|
| pH45     | 42 | 6.34  | 0.16  | 0.93 | 0.0608          |
| pH5      | 42 | 6.14  | 0.20  | 0.96 | 0.5871          |
| pH24     | 42 | 5.85  | 0.37  | 0.94 | 0.0936          |
| pHfinal  | 42 | 5.76  | 0.16  | 0.97 | 0.6221          |
| ppc      | 42 | 27.38 | 2.49  | 0.96 | 0.3589          |
| textura  | 42 | 34.78 | 12.39 | 0.92 | 0.0215          |
| L        | 42 | 45.69 | 4.14  | 0.97 | 0.6632          |
| a        | 42 | 5.96  | 1.83  | 0.94 | 0.1042          |
| b        | 42 | 5.76  | 1.58  | 0.97 | 0.7040          |
| Croma    | 42 | 3.39  | 0.45  | 0.95 | 0.3165          |
| Tono     | 42 | 0.78  | 0.07  | 0.94 | 0.1710          |

### Medidas resumen

| CRIADERO | Variable | n  | Media | E.E. |
|----------|----------|----|-------|------|
| A        | pH45     | 21 | 6.34  | 0.03 |
| A        | pH5      | 21 | 6.07  | 0.05 |
| A        | pH24     | 21 | 5.64  | 0.08 |
| A        | pHfinal  | 21 | 5.77  | 0.04 |
| A        | ppc      | 21 | 28.65 | 0.44 |
| A        | L        | 21 | 45.45 | 0.63 |
| A        | a        | 21 | 4.95  | 0.26 |
| A        | b        | 21 | 5.35  | 0.21 |
| A        | Croma    | 21 | 3.20  | 0.06 |
| A        | Tono     | 21 | 0.81  | 0.01 |
| B        | pH45     | 21 | 6.34  | 0.04 |
| B        | pH5      | 21 | 6.21  | 0.04 |
| B        | pH24     | 21 | 6.05  | 0.06 |
| B        | pHfinal  | 21 | 5.76  | 0.03 |
| B        | ppc      | 21 | 26.10 | 0.50 |
| B        | L        | 21 | 45.92 | 1.13 |
| B        | a        | 21 | 6.96  | 0.40 |
| B        | b        | 21 | 6.17  | 0.43 |
| B        | Croma    | 21 | 3.59  | 0.11 |
| B        | Tono     | 21 | 0.75  | 0.01 |

### Prueba T para muestras Independientes

| Variable | Media (1) | Media (2) | pHomVar | T     | p-valor |
|----------|-----------|-----------|---------|-------|---------|
| pH45     | 6.34      | 6.34      | 0.8713  | -0.06 | 0.9548  |
| pH5      | 6.07      | 6.21      | 0.3417  | -2.4  | 0.021   |
| pH24     | 5.64      | 6.05      | 0.288   | -4.18 | 0.0002  |
| pHfinal  | 5.77      | 5.76      | 0.8428  | 0.23  | 0.8189  |
| ppc      | 28.65     | 26.1      | 0.5746  | 3.84  | 0.0004  |
| L        | 45.45     | 45.92     | 0.0121  | -0.36 | 0.7188  |
| a        | 4.95      | 6.96      | 0.0638  | -4.23 | 0.0001  |
| b        | 5.35      | 6.17      | 0.0023  | -1.72 | 0.097   |
| Croma    | 3.2       | 3.59      | 0.0179  | -3.07 | 0.0043  |
| Tono     | 0.81      | 0.75      | 0.2132  | 3.24  | 0.0024  |

### Medidas resumen

| CRIADERO | Variable | n  | Mín   | Máx   | Mediana |
|----------|----------|----|-------|-------|---------|
| A        | textura  | 21 | 14.26 | 39.98 | 26.28   |
| B        | textura  | 21 | 21.90 | 68.14 | 38.51   |

### Prueba de Wilcoxon para muestras independientes

| Variable | n(A) | n(B) | Mediana(A) | Mediana(B) | W      | p(2 colas) |
|----------|------|------|------------|------------|--------|------------|
| textura  | 21   | 21   | 26.28      | 38.51      | 325.00 | 0.0015     |