



INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

Centro de Investigación de Agroindustria

Instituto Tecnología de Alimentos

**Importancia del estudio del bienestar animal
como agregado de valor en carnes**

Dr. Darío G. Pighin
Bioquímico - Dr. en Ciencias Biológicas
INTA - CONICET
mail: dpighin@cnia.inta.gov.ar

Marco general

Se sabe que la carne (vacuna) constituye la principal fuente de proteínas animales en la dieta argentina, hecho que ubica al país al frente de los principales países consumidores de carne vacuna, junto a Uruguay y Brasil. Este fuerte consumo interno deja un pequeño margen exportable. Si bien este último ha sido incrementado en los últimos años por gestión del MERCOSUR, se ha estabilizado como consecuencia de diversos factores, entre ellos, la disparidad de precios entre productos agrícolas y ganaderos.

En su conjunto, la ganadería se ha venido intensificando en los últimos años, y desplazando a regiones de menor aptitud agrícola. Actualmente, se observan evidencias de que se habría alcanzado un límite a la expansión de la frontera ganadera en Argentina. Por tal motivo, la capacidad del país de incrementar su saldo exportable a través de un incremento de su nivel de producción sería limitada en el corto y mediano plazo.

Por lo antes expuesto, resulta necesario que el país incremente su participación en el mercado mundial de carnes, no a través de un incremento en los volúmenes de carne exportada sino mediante un incremento en el valor de la misma.

Aspecto relevantes

En la actualidad no existen dudas acerca de la necesidad de considerar aquellos aspectos inherentes al bienestar animal en la valorización de la producción de carne. Son crecientes las evidencias acerca de la relación entre el estrés animal y la alteración de la calidad de la carne (fresca y/o madurada) mediante diversos mecanismos, algunos de ellos aún no suficientemente explorados.

Se entiende por estrés pre-faena a aquel derivado u originado por la manipulación de los animales de producción durante las diversas etapas involucradas desde que los mismos son retirados del establecimiento hasta que, ya en las instalaciones frigoríficas, ingresan al cajón de noqueo y son insensibilizados. Se incluyen, por lo tanto, procedimientos de carga al medio de transporte, transporte propiamente dicho, descarga, espera en frigorífico y movilización hacia el cajón de noqueo (Ferguson y Warner, 2008).

Se sabe que, en su conjunto, la calidad de la carne depende de diversos procesos bioquímicos que tienen lugar en el músculo tanto *in vivo* como *post mortem*. El descenso del pH y la temperatura muscular (T) durante las primeras horas *post mortem* representan elementos críticos a tener en cuenta (curva de pH/T), pudiendo llegar a afectar la adecuada conversión del músculo en carne, como así también su posterior calidad de maduración (Dransfield, 1992; Thornberg, 1996). En este sentido, numerosos trabajos han demostrado por un lado que diversas condiciones estresantes peri-faena llegan a disminuir considerablemente las reservas musculares de glucógeno, llegando a generar carnes *DFD* (Tarrant, 1988; Tarrant y Grandin, 2000; María, 2008). Por otra parte, el estrés agudo experimentado por los animales en las mismas instalaciones del frigorífico también podría llegar a constituir un importante factor a tener en cuenta en cuanto a la adecuada conversión del músculo en carne.

En los últimos años, creciente evidencia vincula a las hormonas de estrés (catecolaminas y glucocorticoides) con modificaciones bioquímicas en el músculo que podrían llegar a afectar la calidad de la carne mediante mecanismos independientes del contenido muscular de glucógeno y del consecuente pH final (Ferguson y Warner, 2008). De este modo, por ejemplo, se ha demostrado que la presencia de elevadas concentraciones de catecolaminas y/o cortisol en el músculo podrían llegar a interferir con el proceso de proteólisis, pudiendo llegar a afectar de este modo la capacidad de retención de agua, la ternura y/o el flavor desarrollados durante la maduración (Warner y col., 2007; Ferguson y Warner, 2008). En este sentido, estudios recientes llevados a cabo por investigadores del Instituto Tecnología de Alimentos (ITA-CIA-INTA) y de EEA INTA General Villegas han demostrado una alterada capacidad de retención de agua en el músculo *Longissimus dorsi* (LD - bife) como producto del estrés agudo peri-faena aplicado a bovinos de raza británica provenientes de sistemas contrastantes de producción (extensivo vs. intensivo) (datos sin publicar aún).

Por otra parte, la maduración de cortes de carne se presenta como una interesante propuesta que permitiría valorizar la carne producida. Se sabe que la misma permite mejorar

las condiciones de terneza y aceptabilidad de la carne vacuna. La bibliografía internacional coincide en sus efectos benéficos sobre aspectos sensoriales. De este modo, el desposte y envasado realizado en el frigorífico permitiría asignar a cada corte el tiempo de maduración necesario para alcanzar su punto óptimo de calidad, sin necesidad de destinar la media res al proceso. De esta forma, los cortes de mayor calidad podrían ser comercializados con menores tiempos de maduración, mientras que aquellos de menor calidad podrían permanecer algún tiempo adicional estipulado en la cámara de maduración, a fin de mejorar su aceptabilidad. En los últimos años se ha postulado también que elevados niveles de hormonas de estrés en el momento de la faena podrían llegar a ejercer algún efecto sobre la adecuada maduración de la carne. No obstante, los resultados obtenidos al respecto son ambiguos, requiriendo aún mayor estudio.

En este contexto, Warner *y col.* (2007) han encontrado que el estrés por ejercicio pre-faena fue capaz de reducir la concentración de aminoácidos libres durante el proceso de maduración de la carne, hecho a su vez relacionado con el desarrollo de *flavour* de la misma. Por otra parte, resultados obtenidos por investigadores de la EEA Anguil y del ITA-CIA-INTA, en convenio con el Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina – IPCVA (Informe de Convenio Técnico INTA-IPCVA, 2012) han demostrado la alteración de indicadores de calidad de carne (fresca y madurada) en el músculo *Longissimus dorsi* de bovinos británicos sometidos a diferentes niveles de estrés en tiempo de transporte y de descanso (espera) en las instalaciones frigoríficas. En la Tabla 1 puede observarse una modificación significativa de la capacidad de retención de agua asociada al estrés del transporte y de la falta de descanso (e hidratación). Cabe remarcar que dichas alteraciones fueron observadas en presencia de valores de pH normales registrados a las 24 hs. *post mortem*.

Tabla 1. Capacidad de retención de agua en LD fresco y congelado/descongelado de animales sometidos a dos tiempos de viaje y dos tiempos de espera contrastantes previo a la faena.

	Viaje		Espera		EE	p	
	C	L	B	P		Viaje	Espera
CRA (%) carne fresca	45,04 b	40,63 a	41,53 a	44,14 b	0,925	0,001	0,05
CRA (%) carne cong.	36,40	34,70	34,93	36,18	0,725	NS	NS

Viaje: C: corto, L: largo; Espera: B: Breve, P: Prolongada. EE: Error estándar, NS: no significativo. $p < 0,05$ indica significancia estadística, $p < 0,10$ y $> 0,05$ indica tendencia estadística. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias - Informe de Convenio Técnico INTA-IPCVA (2012).

En dicho estudio pudo constatar, además, una interesante interacción entre los tratamientos de tiempo de transporte y de descanso con la maduración de dicho músculo (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Resultados del análisis de varianza factorial (factores principales e interacciones) para el músculo LD.

	FACTORES			INTERACCIONES			
	Viaje	Espera	Maduración	V x E	V x M	E x M	V x E x M
pH	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Color músculo							
L*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
a*	NS	NS	0,007	NS	NS	NS	0,008
b*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Color grasa							
L*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
a*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
b*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
WB (N)	NS	NS	0,009	NS	NS	NS	NS
Mermas (%)	NS	NS	0,032	NS	NS	NS	NS
CRA (%)	NS	NS	NS	NS	0,0076	0,0015	NS
TPA							
fuerza	NS	NS	0,029	NS	NS	NS	NS
dureza	NS	NS	0,030	NS	NS	NS	NS
elasticidad	NS	0,04	0,004	NS	NS	NS	NS
adhesividad	NS	0,013	<0,0001	0,032	<0,0001	0,0001	0,001
cohesividad	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
gomosidad	NS	NS	0,045	NS	NS	NS	NS
masticabilidad	NS	0,035	NS	NS	NS	NS	NS
resiliencia	NS	NS	NS	NS	NS	0,003	NS
PANEL							
Olor	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Flavor	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Terneza inicial	NS	0,004	0,0015	NS	NS	NS	NS
Terneza sostenida	NS	0,0007	0,0009	NS	NS	NS	NS
Jugosidad	NS	0,03	0,02	NS	NS	NS	NS
Conectivo	NS	NS	0,002	NS	NS	NS	NS

V x E: viaje x espera; V x M: viaje x maduración; E x M: espera x maduración; V x E x M: viaje x espera x maduración; NS: no significativo. $p < 0,05$ indica significancia estadística, $p < 0,10$ y $> 0,05$ indica tendencia estadística. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias. - Informe de Convenio Técnico INTA-IPCVA (2012)

Tabla 3. Características físicas de la carne correspondiente al músculo LD de animales sometidos a diferentes tiempos de viaje y de espera prefaena, luego de cuatro tiempos de maduración.

	VIAJE		ESPERA		EE	MADURACIÓN (días)				EE
	C	L	B	P		4	6	8	15	
pH	5,52	5,5	5,53	5,50	0,014	5,49	5,50	5,51	5,54	0,016
Color músculo										
L*	33,33	33,97	33,52	33,77	0,579	34,25	32,65	33,43	34,26	0,718
a*	12,79	12,91	12,64	13,05	0,221	12,15b	13,39a	12,50b	13,35a	0,299
b*	12,11	12,67	12,16	12,62	0,246	12,45	12,43	11,99	12,68	0,293
Color grasa										
L*	69,45	69,72	69,79	69,39	0,688	69,51	69,75	69,40	69,67	0,941
a*	3,20	3,15	3,49	2,86	0,351	2,60	3,43	3,55	3,12	0,477
b*	16,71	15,95	16,69	15,97	0,339	16,65	16,50	16,42	15,75	0,423
WB (N)	34,04	33,31	32,71	34,63	0,979	34,32a	33,88a	36,4a	30,10b	1,301
Mermas (%)	32,32	32,24	32,26	32,31	0,270	31,81b	32,99a	31,81b	32,52ab	0,340
CRA (%)	31,77	31,84	32,26	31,34	0,395	31,96	31,40	31,21	32,64	0,558

Viaje: C: corto, L: largo; Espera: B: Breve, P: Prolongada. EE: Error estándar. $p < 0,05$ indica significancia estadística, $p < 0,10$ y $> 0,05$ indica tendencia estadística. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias - Informe de Convenio Técnico INTA-IPCVA (2012)

Estos resultados aportan evidencias acerca del efecto del estrés pre-faena sobre aspectos de calidad, los cuales ocurren evidentemente mediante mecanismos independientes del pH 24 hs.

Por otra parte, estudios llevados a cabo por investigadores del ITA-CIA-INTA y EEA INTA General Villegas (Pighin y col., 2011a) han demostrado que un mayor nivel de estrés agudo peri-faena (en las instalaciones del frigorífico) conduce a una alteración de la curva pH/T muscular observada durante las primeras 24 hs. *post mortem* (**Figura 1**), sugiriéndose una mayor velocidad de glucólisis anaeróbica como producto de un mayor nivel de estrés.

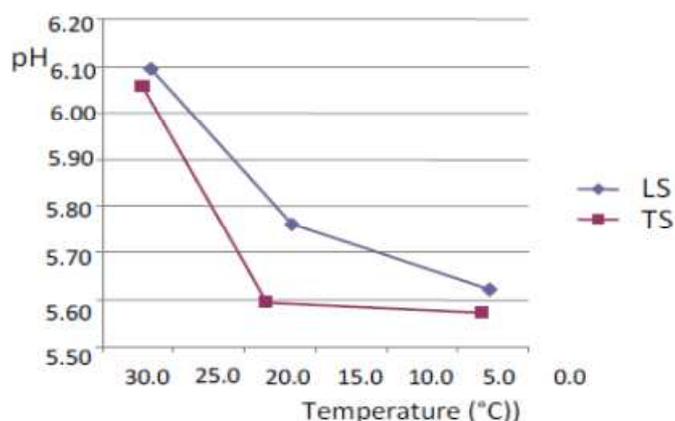


Figura 1. Curva descenso pH/T del músculo LD de bovinos británicos sometidos a dos niveles de estrés agudo pre-faena (LS: condiciones de estrés minimizado; TS: condiciones de estrés tradicional).
Pighin y col., 2011a

En los últimos años, el posible efecto e interacción de la dieta se ha incorporado al estudio de la bioquímica del estrés animal y su relación con la calidad de la carne. En este contexto, diversos trabajos han propuesto que dietas con elevada densidad energética (sistemas intensivos) podrían conducir a alteraciones metabólicas relacionadas a una alterada sensibilidad insulínica, hecho que a su vez podría modificar la respuesta fisiológica a eventos estresores, incrementar más aún la velocidad de glucólisis *post mortem* (Hersom y col., 2004; Gaughan y Mader, 2009) y modificar la curva de descenso muscular pH/T.

Al respecto, resultados obtenidos en conjunto entre investigadores del ITA-CIA-INTA y del DPI-Australia (Department of Primary Industries, Australia) han demostrado una utilización *post mortem* diferencial del glucógeno muscular en animales alimentados durante 12 meses con dietas contrastantes en cuanto a su composición energética (**Figura 2**).

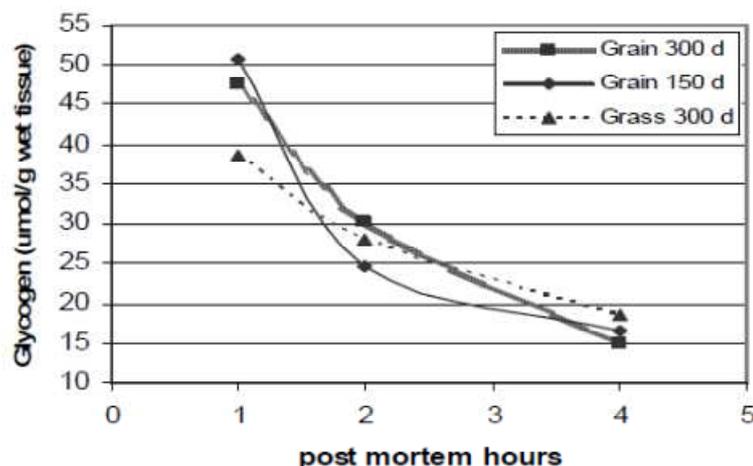


Figura 2. Curva de descenso de glucógeno del músculo *Londissimus thoracis* de bovinos británicos sometidos a tres sistemas de alimentación diferentes durante 300 días (Grain 300 d: dieta a base de grano; Grain 150 d: dieta a base de pastura 150 días y a base de grano los siguientes 150 días; Grass 300 d: dieta a base de pasturas)

Pighin y col., 2011b

Este hallazgo coincide con elevados niveles de insulinemia observado en aquellos animales que fueron alimentados con la dieta de elevada densidad energética durante 300 o 150 días (Pighin y col., 2011b).

Conclusiones y perspectivas

Considerando lo antes expuesto, se considera que el estudio del estrés animal, y su posible interacción con las dietas correspondientes a los diferentes sistemas de producción, contribuiría a la optimización de la calidad de la carne, no sólo fresca, sino también madurada. Contribuiría, además, a la homogeneidad de dicha calidad, actualmente no siempre detectada mediante la medición del pH 24 hs. *post mortem* realizada en los frigoríficos.

Asimismo, las condiciones en frigorífico durante las primeras 24 hs. *post mortem*, como así también, las condiciones de maduración podrían llegar a adaptarse en función de las condiciones de estrés a las que hubieran sido sometidos los animales previo a la faena. Dicha adecuación permitiría, por un lado, el aseguramiento de la calidad, y por el otro, efectivizar la utilización de los recursos requeridos y disponibles.

Ante toda esta situación de contexto planteada, la competitividad del sector dependerá de su habilidad para incorporar los conocimientos generados en esta temática y sus factores relacionados. Sin lugar a dudas, esto permitirá no sólo incrementar la calidad del producto ofrecido, sino además realizarlo de manera consistente y económica, lo que a su vez representaría un valor agregado en la conquista, incluso, de nuevos mercados.

Agradecimientos

Parte de los resultados expuestos corresponden a actividades de investigación llevadas a cabo en el marco de dos Proyectos INTA (PNCAR 012211: "Calidad de Carne Bovina" y AETA 282811: "Bases bioquímicas y sensoriales para preservar y mejorar la calidad de los agroalimentos"), un Convenio Técnico INTA-IPCVA y un PID-Universidad de Morón (PID 06-004/10), instituciones a las que se agradece su financiación.

Bibliografía

Convenio de Asistencia Técnica. INTA – IPCVA. (2012). Efecto de diferentes tiempos de maduración en cortes vacunos envasados al vacío procedentes de animales sometidos a distintos tiempos de viaje y de espera prefaena. En prensa.

Dransfield, E. (1992). Modelling post mortem tenderization-III: Role of calpain I in conditioning. *Meat Science*, 31, 85-94.

Ferguson, D. M., y Warner, R. D. (2008). Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science*, 80, 12–19.

Gaughan, J. B., y Mader, T. L. (2009). Effects of sodium chloride and fat supplementation on finishing steers exposed to hot and cold conditions. *Journal of Animal Science*, 87, 612-621.

Hersom, M. J., Wettemann, R. P., Krehbiel, C. R., Horn, G. W., y Keisler, D. H. (2004). Effect of live weight gain of steers during winter grazing: III. Blood metabolites and hormones during feedlot finishing. *Journal of Animal Science*, 82, 2059-68.

María, G.A. 2008. Meat quality. En: Long distance transport and welfare of farm animals. Appleby, M.C., Cussen, V.A., Garcés, I., Lambert, I.A. y Turner, J. Eds. CAB International ISBN 978-1-84593-403-3. Oxfordshire, UK.

Pighin D.G., Davies P., Pazos A.A., Ceconi, I., Cunzolo S.A., Mendez D., Buffarini M., y Grigioni G. (2011a). Effect of diet and pre-slaughter stress of beef cattle on biochemical profile and physicochemical parameters. *Proceedings of 57th International Congress of Meat Science and Technology*. Ghent. Bélgica.

Pighin, D.G., Warner, R., Jacob, R., Beatty, D., Naththarampatha, A., y Ferguson, D. (2011b). The impact of long term grain feeding on glycolytic metabolism of cattle. *Proceedings of 57th International Congress of Meat Science and Technology*. Ghent. Bélgica.

Tarrant, P.V. 1988. Animal behaviour and environment in the dark cutting condition. En: Febiansson, S.U., Shorthose, W.R. y Warner, R.D. Eds. *Darkcutting in Cattle and Sheep. Proceedings of an Australian Workshop*. AMLRDC, Sydney, Australia, pp.8–18.

Tarrant, V. y Grandin, T. 2000. Cattle transport. En: *Livestock handling and transport*. Grandin, T. Ed. CAB International, ISBN 0 85199 409 1, Wallingford, UK.

Thornberg, E. (1996). Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Science*, 43, S175-S191.

Warner, R. D., Ferguson, D. M., Cottrell, J. J., y Knee, B. (2007). Acute stress induced by the use of electric prodders pre-slaughter causes tougher beef meat. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47, 782-788.