

Uso de distintas combinaciones de tiempo y concentración de dióxido de carbono en el aturdimiento de cerdos en faena

Rubén Moreira, MV, MgCs,¹ rmoreira@santotomas.cl
Plinio Gecele, MV,¹ pgecele@santotomas.cl
Gustavo Leyton, MV,² gustavo.leyton@sag.gob.cl
Victoria Zúñiga, MV,¹ vzg78@yahoo.es

1. Introducción

El aumento sostenido de las exportaciones chilenas de productos pecuarios a diversos mercados ha traído aparejado mayores exigencias en términos de bienestar animal, principalmente del mercado europeo. Por ello, el cumplimiento de los requerimientos de este nuevo escenario es preocupación del sector productor y exportador, quienes buscan día a día avances en bienestar animal y mejoras en la calidad de la canal.

Los tratados de libre comercio, a los cuales Chile se ha visto enfrentado, proveen oportunidades de negocios y el ingreso de variados productos a mercados muy exigentes, así como un alza sostenida de los requerimientos de exportación, que para estar a la altura del momento económico e histórico que vive nuestra ganadería, hace que Chile debe prepararse para poder cumplir adecuadamente este desafío, con una producción acorde a las demandas de los socios comerciales, de lo contrario el país en general y las empresas en particular terminarían perdiendo estos nichos de mercados y las posibilidades de negocios futuros.

En el anexo se detallan los siguientes conceptos: bienestar animal, rol del médico veterinario, inquietud de productores y consumidores, cómo medir bienestar animal,



¹ Universidad Santo Tomás (UST).

² Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), VI Región de O'Higgins.

bienestar animal y calidad, insensibilizado antes del sacrificio, métodos de insensibilizado en cerdos y ¿cómo determinar la insensibilidad?

El presente trabajo compara diversas combinaciones de tiempo y concentraciones del gas dióxido de carbono (CO₂), en características de aturdimiento de cerdos previo a su faena.

2. Objetivo

El objetivo del estudio fue comparar distintas combinaciones de tiempo y concentraciones del gas dióxido de carbono (CO₂), en el aturdimiento de cerdos en faena, así como identificar la combinación más óptima de concentración de gas y de tiempo que produjeran un mejor insensibilizado.

3. Material y método

El estudio se realizó en una planta faenadora de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Se utilizaron cerdos comerciales de línea terminal; una cámara (butina) modelo DIP- LIFT acondicionada para aplicar dióxido de carbono en inyección, con capacidad para 4 a 6 animales, cronómetro y hoja de registros, y el software Winepiscopes[®] para análisis estadístico.

Se estudiaron grupos homogéneos de cerdos, provenientes de un sólo plantel, ubicado a 100 km de distancia, con un peso promedio de 105-110 kg, en ayuno previo de 6 horas.

Los animales llegaban diariamente a la planta a primera hora del día, en dos lotes de 150 animales cada uno, se pesaban en grupos (a fin de obtener el peso promedio) y se arreaban a pequeños corrales de 15 animales cada uno, donde reposaban como mínimo dos horas antes del faenamamiento, con agua a disposición.

El arreo se realizaba con plumeros desde la manga de los corrales al sector de acopio, donde se encontraba el ingreso a la butina, con lo cual se evitaba el maltrato de los animales. Los cerdos ingresaban en grupos de 4 ó 5, dependiendo del peso promedio del lote (mayor a 120 kg = cuatro y menor a 120 kg = cinco) hasta la jaula de la butina, la cual se accionaba para descender con los cerdos en su interior, a la cámara de insensibilizado, donde permanecían por un tiempo determinado, hasta la insensibilización con dióxido de carbono.

Una vez cumplido el tiempo, la jaula ascendía y se abría, con lo cual los cerdos caían en forma suave a la mesa de recepción de la butina. A continuación, el operario encargado cogía una pata del cerdo y colocaba la manea sujetadora-transportadora, la cual debe quedar firme, pues en caso contrario, se corre el riesgo de que el cerdo se suelte durante el desangre o colgado y se dañe el tejido muscular.

Posterior a su colgado, el cerdo continúa su trayecto a través del riel automático hasta llegar al puesto del desangre.

Para este estudio se conformaron nueve grupos de 300 cerdos cada uno (2.700 cerdos en total), y se utilizaron tres diferentes combinaciones de dióxido de carbono (%): 90-94, 95-98 y 99-102, y de tiempo (segundos): 75-85, 86-95 y 96-105.

El procedimiento se realizó temprano en la mañana (08:30 horas) y se evaluaron pequeños grupos de 30 animales por vez, de esta forma se alcanzó a evaluar los animales en el insensibilizado y luego el mismo grupo de animales, en la plataforma de inspección del SAG, evaluándose un total de 120 animales/día.

También se evaluó la calidad del insensibilizado, mediante la siguiente metodología: una vez salidos de la butina, a los animales colgados de la manea sujetadora-transportadora se les midió algunos indicadores de buen insensibilizado, tales como: reflejo corneal (RC), movimiento (MOV) y vocalización (VOC), los que se registraron en una planilla como C (con) ó S (sin).

4. Resultados y discusión

En el cuadro 1 se observan los resultados obtenidos al registrar la presencia o ausencia de RC. Los valores más altos se obtuvieron en los tres grupos (1, 4 y 7) que recibieron la concentración de CO₂ más baja (90 a 94%), independientemente del tiempo que permanecieron en la butina; el grupo 7 obtuvo el valor más alto.

Los grupos 5, 8 y 9 presentaron el menor número de cerdos con RC (15,3, 15 y 15,7%, respectivamente) y los grupos 5 y 8 presentaron igual concentración de dióxido de carbono (95-98%). Del total de animales evaluados, el 34,7% (937/2.700) presentaron RC positivo.

Cuadro 1. Medición del reflejo corneal (RC).

Grupo	Tiempo (segundos)	CO ₂ (%)	Nº de animales con RC (+)	(%)	Nº de animales con RC (-)	(%)	Total
1	75-85	90-94	185	61,7	115	38,3	300
2	75-85	95-98	81	27,0	219	73,0	300
3	75-85	99-102	74	24,7	226	75,3	300
4	86-95	90-94	178	59,3	122	40,7	300
5	86-95	95-98	46	15,3	254	84,7	300
6	86-95	99-102	81	27,0	219	73,0	300
7	96-105	90-94	200	66,7	100	33,3	300
8	96-105	95-98	45	15,0	255	85,0	300
9	96-105	99-102	47	15,7	253	84,3	300
Total	-	-	-	-	-	-	2.700

El RC es el último reflejo en desaparecer cuando los animales están profundamente anestesiados y es el primero en aparecer durante la recuperación de la anestesia muy profunda (EPSA, 2004). Esto explica la presencia del reflejo en todos los grupos

evaluados, ya que es posible que la muerte del animal por desangre, se demore en algunos ejemplares, reapareciendo el RC.

En el cuadro 2 se observa que los grupos 1, 4 y 8 presentaron los mayores porcentajes de animales con movimientos –MOV- (15, 7,3 y 6,3%, respectivamente).

Cuadro 2. Medición del reflejo del movimiento (MOV).

Grupo	Tiempo (segundos)	CO ₂ (%)	N° de animales con MOV (+)	%	N° de animales con MOV (-)	%	Total
1	75-85	90-94	45	15,0	255	85,0	300
2	75-85	95-98	9	3,0	291	97,0	300
3	75-85	99-102	1	0,3	299	99,7	300
4	86-95	90-94	22	7,3	278	92,7	300
5	86-95	95-98	0	0,0	300	100,0	300
6	86-95	99-102	0	0,0	300	100,0	300
7	96-105	90-94	13	4,3	287	95,7	300
8	96-105	95-98	19	6,3	281	93,7	300
9	96-105	99-102	3	1,0	297	99,0	300
Total	-	-	-	-	-	-	2.700

El movimiento es el último reflejo en aparecer, lo que indicaría que el animal está volviendo a la sensibilidad; por lo tanto, el reflejo para enderezarse no es deseable, ya que el animal sentiría dolor (Grandin, 2003). En este estudio, el 4,1% (112/2.700) del total de animales evaluados presentaron esta condición, con un 15% de cerdos con movimiento presente en el grupo 1.

En el cuadro 3 se observa que el mayor porcentaje de animales con vocalización se presentó en el grupo 1 (10%); los grupos 4 y 7 presentaron porcentajes menores.

Cuadro 3. Medición del reflejo de vocalización (VOC).

Grupo	Tiempo (segundos)	CO ₂ (%)	N° de animales con VOC (+)	%	N° de animales con VOC (-)	%	Total
1	75-85	90-94	30	10,0	270	90,0	300
2	75-85	95-98	0	0,0	300	100,0	300
3	75-85	99-102	0	0,0	300	100,0	300
4	86-95	90-94	3	1,0	297	99,0	300
5	86-95	95-98	0	0,0	300	100,0	300
6	86-95	99-102	0	0,0	300	100,0	300
7	96-105	90-94	4	1,3	296	98,7	300
8	96-105	95-98	0	0,0	300	100,0	300
9	96-105	99-102	0	0,0	300	100,0	300
Total	-	-	-	-	-	-	2.700

Según estudios españoles, el ganado rara vez vocaliza durante la insensibilización, a menos que se lo exponga a alguna circunstancia desagradable, fácilmente observable (Grandin, 1991). Esto se corrobora en el presente estudio ya que, sólo el 1,4% de los cerdos presentaron vocalización.

El cuadro 4 muestra cómo se presentaron y combinaron las distintas variables estudiadas.

Cuadro 4. Presentación de las diferentes variables y sus combinaciones.

Variable	Nº de animales	%
Sólo RC	850	31,5
Sólo MOV	28	1,0
Sólo VOC	3	0,1
RC+MOV	55	2,0
RC+VOC	5	0,2
MOV+VOC	2	0,1
RC+MOV+VOC	27	1,0

La presencia de reflejo corneal solo mostró la mayor frecuencia (31,5% de los cerdos evaluados) y la vocalización correspondió a la menor (0,1%). Del total de cerdos evaluados, sólo en el 1% de los animales se presentaron las tres variables en forma concomitante.

Según Holst (2001) y EFSA (2004), el RC es el mejor parámetro para medir bienestar animal, ya que es el primero en ocurrir, alrededor de 42 segundos después que el cerdo salió de la butina; esto concuerda con lo observado, ya que en muy pocos animales se presentó sólo la variable movimiento (1,0% de los cerdos) o sólo la vocalización (0,1%) y el RC mostró la mayor frecuencia (31,5%), como se señaló anteriormente.

Dado el menor porcentaje de animales con reflejo corneal, movimiento y vocalización (15,3, 0 y 0% respectivamente), la mejor insensibilidad se presentó en el grupo 5, con un tiempo de exposición de 86 a 95 segundos y una concentración de CO₂ entre 95 y 98%.

Los peores resultados se presentaron en aquellos grupos de animales sometidos a una exposición al gas de 90-94%, independientemente del tiempo. La duración de la insensibilidad depende de la duración del ciclo de dióxido de carbono usado, sin embargo, el 10% de los cerdos expuestos a 130 s de exposición mostraron reflejos inmediatamente después de salir de las cámaras.

Según Velarde *et al.* (2000a), el tiempo de exposición mínimo al CO₂ es de 30 segundos y el máximo de 130 y el contacto del animal con la máxima concentración del gas se debe realizar lo más rápido posible, el que debe ser, como mínimo, de 80%.

Lo anterior se contrapone con lo observado en el presente estudio, ya que las diferencias se muestran en mayor medida cuando la concentración del gas es baja, independiente del tiempo de exposición utilizado, es así que los grupos 1, 4 y 7 presentaron el mayor

porcentaje de cerdos con reflejos corneales. Destaca que estos grupos tenían la misma concentración de gas (90-94%).

Según Velarde (2004), la inhalación de 70 y 90% de dióxido de carbono es adversa para los porcinos. No obstante, si la concentración atmosférica de dióxido de carbono es de 90%, el animal lo detecta antes de entrar en la jaula, lo cual resulta dañino. La inhalación del 90% de dióxido de carbono resulta en una inducción a la anestesia más rápida, por lo que es aconsejable desde un punto de vista del bienestar animal.

Se asume que animales mal insensibilizados presentarían un mayor número de lesiones de la canal, ya que aquellos animales que presentan reflejos exteriorizan lesiones de su grasa subcutánea, debido, en gran medida, a la presencia de dolor durante la muerte, lo que produce un gran estrés en el animal y la consecuente disminución de la calidad de la canal. Por otra parte, un mal insensibilizado produce movimiento constante en el animal, lo cual lo expone a traumatismos por golpes en diversas partes de su cuerpo, a la ruptura de pequeños vasos y la consecuente formación de hematomas.

5. Conclusión

Los mejores resultados en la insensibilización se obtuvieron con una combinación de CO₂ de 95 a 98% y un tiempo de 86 a 95 segundos.

6. Bibliografía

- Campos, J.L. 1999. El bienestar de los animales domésticos. En: Departamento de mejora genética, Instituto nacional de investigación agraria alimentaria. Trabajos. Madrid, España. p.p 1-9.
- Close, B., Banister K., Baumans V., Bernoth E., Bromage N., Bunyan J., Erhardt W., Flecknel P., Gregory N., Hackbarth H., Morton D. & Warwick C. 1996. Recomendaciones para la eutanasia de los animales de experimentación. En: *Laboratory Animals* .30: 293-316.
- Duncan, I.J.H. 2004. Dolor, Temor y Angustia. En: *Global Conference on Animal Welfare: On OIE initiative*. Trabajos. Paris, Francia. pp. 187-188.
- Edwards, J.D. 2004. El papel del Veterinario en el bienestar animal: Perspectiva global. En: *Global Conference on Animal Welfare: On OIE Initiative*. Trabajos. Paris, Francia. p.p 46.
- Edwards, J.D., Schneider H.P. 2005. The world veterinary association and animal welfare. En: *Revista Científica y Técnica. Bienestar del animal: planteamientos mundiales, tendencias y desafíos*. 24 (2): 639-646.
- EFSA. 2004. Summary of opinion of the scientific panel on animal health and welfare a request from the commission related to welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main comercial species of animals. [European Food Safety Authority](#). EPSA Journal N° 45.
- Estol, L. R. 2004. El bienestar animal, un curriculum para su enseñanza en las facultades de veterinaria. En: *Global Conference on Animal Welfare: On OIE Initiative*. Trabajos. Paris, Francia. p. p 63-76.
- Fábrega, E., Velarde, A. y Manteca, X. 2003. Bienestar animal y calidad. Barcelona: IRTA. [En línea]. Disponible en: www.IRTA.es/xarxatem/fabrega-cas.htm. [Consulta: 14.06.05].

- Fábrega, E., Velarde, A. y Diestre, A. 2000. El bienestar animal durante el transporte y sacrificio como criterio de calidad. Barcelona: IRTA. [En línea]. Disponible en: www.IRTA.es/diestre-cas.htm. [Consulta: 20.05.05].
- Galvin, J.W., Blokhuis, H., Chimbombi, M.C., Jong, D. & Wotton, S. 2005. Killing of animals for disease control purposes. En: Revista científica y técnica. Bienestar de los animales: Planteamientos mundiales, tendencias y desafíos. 24 (2): 711-721.
- Gallo, C. y Tadich, N. 2004. Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. Parte I. En: *Vermas*.3 (5): 2-6.
- Gallo, C. 2005. Bienestar animal para el manejo de bovinos en predios, ferias, medios de transporte y plantas faenadoras. En: Guía técnica de buenas prácticas. Santiago. Chile.
- Grandin, T. 2003. El bienestar de los cerdos durante su transporte y faena. *Pig news and information*. 24 (3) [En línea]. Disponible en: www.colastate.edu/.../spanish/bienestar.cerdo.transporte.faena.html. [Consulta: 24.03.05].
- Grandin, T. 1991. Recomendaciones para el manejo de animales en las plantas de faena. Trabajos. American Meat Institute. [En línea]. Disponible en: www.grandin.com/. [Consulta: 24.03.05].
- Holst, S. 2001. CO₂ stunning of pigs for slaughter practical guidelines for good animal welfare. En: 47th International Congress of Meat Science and Technology. Krakow, Poland. August.
- Kohler, I., Meier, R., Busato, H., Neiger-Aeschbacher, G., Schatzmann, U. 1999. Is carbon dioxide (CO₂) a useful short acting anaesthetic for small laboratory animals? En: *Laboratory animals* (33): 155-161. July.
- Martine, H. 2004. El consumidor y el bienestar "De la psicosis a la toma de conciencia". En: *Revista Americane & FIFRA*. 6 (11):21-25.
- Morgan, W.E. 2005. Eutanasia: Balancing welfare, safety and convenience. En: North Carolina Healthy Hogs Seminar. Trabajos. Carolina del Norte. USA: 252-268.
- Raj, M. 2000. Effect of stunning and slaughter methods on pork quality. En: Conferencia virtual internacional sobre calidad de carne suina. [En línea]. Disponible en: <http://embrapa.org.htm>. [Consulta: 24.03.05].
- Rojas, H., Stuardo, L., Benavides, D. 2005. Políticas y prácticas de bienestar animal en los países de América: Estudio preliminar. En: *Revista Científica y Técnica. Bienestar de los animales: planteamientos mundiales, tendencias y desafíos*. 24(2): 549-563.
- Shimshony, A. & Chaudry, M.M. 2005. Slaughter of human consumption. En: *Revista científica y técnica. Bienestar de los animales: planteamientos mundiales, tendencias y desafíos*. 24 (2): 693-709.
- Valls, N., Souza, N., Obaya, A. y Tardio, M. 1998. Aturdimiento y sacrificio (Deontología). Barcelona. [En línea]. Disponible en: <http://minnie.vab.es/-veteri/21223/traballs/99-99/aturdimientoysacrificio.PDF>. [Consulta: 21.06.05].
- Van der Wal, P., Engol, B. & Reimet, H. 1999. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. En: *Meat Science* 53(2): 101-106.
- Velarde, A., Gistert, M., Faucitano, L., Manteca, X. & Diestre, A. 2000a. Survey of the effectiveness of stunning procedures used in Spanish pig abattoirs. En: *Veterinary Record*. 146 (3):65-68.
- Velarde A., Gistert M., Faucitano L., Manteca X. & Diestre A. 2000b. The effect of stunning on the incidence of PSE meat and haemorrhages in pork carcasses. *Meat Science*. 55(3): 309-314.
- Velarde, A. 2004. Optimización de la calidad de la canal y de la carne en el aturdimiento de cerdos y corderos con dióxido de carbono. En: Proyecto de investigación y

desarrollo tecnológico. Centro de tecnología de la carne y Ministerio de ciencia y tecnología. Barcelona, España.

Wilkins, D.B. 2004. Expectativas del movimiento internacional de bienestar animal. En: Global Conference on Animal Welfare: On OIE initiative. Trabajos Paris, Francia. 86 pp.

Wilkins, D.B., Houseman, C., Allan, R., Appleby, M.C., Peeling, D., Stevenson, P. 2005. El papel de las organizaciones no gubernamentales en el terreno del bienestar animal. En: Revista científica y técnica. Bienestar de los animales: planteamiento mundial, tendencias y desafíos. 24 (2): 625-636.



ANEXO

Bienestar animal

El bienestar animal ha sido definido por la Organización Mundial de Sanidad Animal ([OIE](#)), como el término amplio que describe la manera en que los individuos se enfrentan con el medio ambiente y que incluye su sanidad, sus percepciones, su estado de ánimo y otros efectos positivos o negativos que influyen sobre los mecanismos físicos y psíquicos del animal (Rojas *et al.*, 2005).

La sensibilización acerca de los temas de bienestar animal surgió en Gran Bretaña alrededor de los años 60 y desde entonces no sólo se ha consolidado, sino que ha aumentado en muchos países de la Unión Europea. Este fenómeno se ha extendido desde los países del norte de Europa hacia el sur, ligado a la tendencia de las sociedades a ser más urbanas (Fábrega *et al.*, 2003).

El papel de las organizaciones no gubernamentales en el terreno del bienestar animal es un tema de interés para mucha gente en buena parte del mundo. La preocupación por el trato que se dispensa a los animales dependerá de muchos factores, en especial las condiciones socioeconómicas y la tradición cultural y religiosa de cada lugar (Wilkins *et al.*, 2005).

Esta sensibilización no sólo por el bienestar animal, sino también por la seguridad alimentaria, la sostenibilidad y el impacto sobre el medio ambiente de la producción ganadera, se están constituyendo como elementos importantes de presión para el sector ganadero. De algún modo, estas demandas del consumidor conllevarán que, en un futuro inmediato, las decisiones acerca de cómo se producen los animales de abasto, sean tomadas no sólo por el sector productivo, sino que exista una implicación considerable del consumidor. Por lo tanto, responder a exigencias sobre el bienestar animal constituye un reto importante para el sector de la producción de carne (Fábrega *et al.*, 2003).

El bienestar animal se concentra en hacer comprender el reconocimiento de su capacidad de sentir dolor y sufrir; y nuestra obligación de determinar o reconocer el dolor, para aliviarlo o suprimirlo (Estol, 2004).

El Comité Permanente de la Asociación Mundial de Veterinaria ([AMV](#)), desde mayo de 1990, adoptó una política sobre bienestar animal con alcance mundial, manifiestan que se debe respetar las necesidades de los animales, que son esenciales para este bienestar animal, a saber: que no sufran hambre ni sed, que no sufran malestar físico ni dolor, que no sufran heridas ni enfermedad, que no sufran miedo ni angustia, que puedan ajustarse a su comportamiento normal y esencial (Estol, 2004).

Los objetivos principales del movimiento en pro del bienestar animal son universales: el alivio del sufrimiento y la prevención de la crueldad. Las causas de sufrimiento de los animales son múltiples, y los animales pueden sufrir de maneras distintas y en grados diversos. En las comunidades en donde escasean los alimentos y otros recursos necesarios para el hombre, no se invertirá mucho tiempo ni esfuerzo o dinero en los problemas relacionados con el bienestar de los animales existentes (Wilkins, 2004).

La literatura describe tres enfoques para el concepto de bienestar animal: por una parte está el enfoque antropocéntrico, más occidental, que mantiene en sí la suposición que cualquier tratamiento realizado en el animal, tiene un reflejo práctico sobre el hombre, a

través de los alimentos que consume. Existe luego la visión patocéntrica, o compasiva, se podría decir, esta se basa en la ecuación “un ser vivo que puede sentir puede también sufrir”. Finalmente está el enfoque que se puede definir como biocéntrico y que impone respeto para todo ser animal como valor intrínseco (Martine, 2004). Los cerdos son sin duda la especie animal de granja más susceptible a acumular tensión y por tanto tendencia al estrés (Raj, 2000).

Rol del médico veterinario

Los miembros de la profesión veterinaria, tienen la destreza que hacen a los veterinarios, únicos en su conocimiento del comportamiento animal y el bienestar de ellos. Su conocimiento de zootecnia permite tener habilidades para medir las condiciones en las que los animales están y tienen la habilidad de dar soluciones a problemas, en determinadas circunstancias y prescribir medidas de recuperación para aumentar el bienestar animal que se necesita (Edwards y Schneider, 2005).

La sociedad espera que se aplique un enfoque profesional a la gestión y mantenimiento del bienestar animal. Para la profesión veterinaria, esto se traduce como una obligación social para satisfacer esta necesidad manifestada. La intensificación en los sectores de producción animal durante los últimos cincuenta años, en un esfuerzo por lograr las economías de escala requeridas para alimentar a la población humana en rápido crecimiento, ha asistido a mejoras espectaculares en la sanidad y producción animal, pero en algunos casos se ha acompañado de un declive en las normas de bienestar animal (Edwards, 2004).

Inquietud de productores y consumidores

El mejoramiento del bienestar animal está acorde con los crecientes requerimientos del mercado moderno, cuyo concepto de calidad de un producto alimentario, hoy incluye también aspectos éticos, como es el trato humanitario de los animales (Gallo y Tadich, 2004).

El comportamiento de los consumidores en cuanto al bienestar animal, se modificó profundamente en los últimos veinte años. Las crisis y las alarmas sobre los alimentos de origen animal, en todo el mundo, y el interés creciente de los medios masivos de comunicación sobre las técnicas de crianza, vinculadas a la salubridad de los alimentos, han modificado las peticiones de estándares mínimos de bienestar animal (Martine, 2004).

Independientemente de la motivación de los mercados, los productores o industriales aplican prácticas de bienestar animal, para evitar las pérdidas económicas o los gastos extras, que se producen cuando no se aplica ninguna medida. En algunos casos, ellos mismos sin requerimiento de regulaciones, adoptan las prácticas de bienestar animal como medida de “sentido común”. La existencia de regulaciones oficiales podría facilitar su implementación (Rojas *et al.*, 2005).

El trato que se les da a los animales durante la última etapa de la vida, desde que salen de la granja hasta su muerte por anoxia en los mataderos, presenta gran preocupación a los consumidores. Afortunadamente, todas las mejoras que se realicen en el campo del bienestar animal, tanto desde el manejo de los animales como de las instalaciones disponibles, repercutirán favorablemente en la calidad final de la materia prima. Es decir,

satisfacer estas necesidades emocionales de los consumidores representa un beneficio económico y tecnológico directo para la cadena de la carne (Fábrega *et al.*, 2000).

En los últimos años, los consumidores se han interesado más por el modo cómo se producen los alimentos, lo cual se ha asociado a una cierta connotación negativa de la intensificación ganadera. Desde la perspectiva del consumidor, la calidad de los productos cárnicos se basa en distintos grupos de factores complementarios: valores sanitarios y de salud, características gustativas, valores de utilidad (apreciación social y económica) y valores ideológicos (éticos, religiosos y ecológicos). Por tanto, esta percepción del consumidor está estrechamente vinculada a las estrategias del sector comercial de tratar de ofrecer garantías de calidad (Fábrega *et al.*, 2003).

No es imposible, entonces comprender que el consumidor pretenda que, junto a la garantía de la declaración del productor o el criador, haya una intervención de un sistema cruzado de controles públicos y privados, estos últimos independientes del productor. Las dudas y las aspiraciones de los consumidores parecen entrecruzarse con las exigencias del legislador y de los científicos, al menos en los casos más virtuosos, con las del mercado. No existe la menor duda en cuanto a que ahora es necesario contar con instrumentos confiables para medir el bienestar animal (Martine, 2004).

Chile no tiene una regulación única que considere todos los aspectos del bienestar animal. El país ha abordado el bienestar animal desde la perspectiva de la producción animal y lo ha incorporado en otras regulaciones generales. Los servicios veterinarios chilenos, representados por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), como parte del proyecto exportador impulsado por el Estado, han ido adaptando la normativa para dar respuesta a las exigencias de los mercados (Rojas *et al.*, 2005).

Cómo medir el bienestar animal

Para medir el bienestar es preferible usar distintos criterios simultáneamente, tanto fisiológicos e inmunológicos, como aquellos relacionados con la salud, la reproducción, la productividad y el comportamiento (miedo, dolor, frustración). Sin embargo, una dificultad obvia, es que la respuesta dependerá del peso dado a cada componente, y otra es que cada componente puede producir diferentes respuestas.

Los estímulos externos o internos son canalizados por el sistema nervioso hasta el hipotálamo. Una vez que el estresante ha sido percibido, se ponen en marcha dos mecanismos: a) el sistema simpático-médula adrenal responsable de la huída o lucha (fase de emergencia), pero es de corta duración; b) el sistema hipotálamo-hipófisis-corteza adrenal, asociado con la fase adaptativa. Así pues, cuando se requiere una respuesta al estrés a corto plazo interviene la hipófisis y la corteza adrenal (Campos, 1999).

El dolor, el temor y la angustia son estados subjetivos desagradables que suelen considerarse en conjunto como estados de sufrimiento. También se los designa como “emociones negativas” o “estados afectivos”. Dado que los estados de sufrimiento son subjetivos, no son directamente asequibles para la investigación científica. No obstante, actualmente se están desarrollando técnicas que permitirán investigar dichos estados indirectamente a través de mediciones objetivas. Esto es muy importante, ya que en el debate sobre el bienestar no es necesario conocer exactamente lo que el animal

experimenta, sino más bien saber qué tan negativa (o positiva) es la experiencia (Duncan, 2004).

El miedo por su parte es el principal estresante psicológico y depende de factores genéticos y de experiencias previas (Campos, 1999). Los principales estados de sufrimiento que han sido objeto de investigación en animales son el dolor, la inquietud, el temor, la privación, la frustración y el conflicto. El dolor, tal vez más que cualquier otro estado, mengua directamente el bienestar. Algunas veces, el comportamiento del animal, incluidas las vocalizaciones, puede ser un buen indicador del dolor, pero no siempre es así, a veces se necesita un enfoque más experimental (Duncan, 2004).

El término “estrés” fue definido en su origen como los ajustes fisiológicos y conductuales de un individuo para adaptarse a su ambiente. En la actualidad el concepto suele asociarse al estado de un individuo cuando ya se ha superado su capacidad de adaptación al ambiente mediante estos ajustes. Por lo tanto, el estrés durante el ciclo productivo no es sólo un problema preocupante por las consecuencias que implica en el bienestar animal, sino también porque interfiere con los índices productivos y la calidad final del producto (Fábrega *et al.*, 2003).

Bienestar animal y calidad

La mayor parte de los estudios coinciden en señalar que mejoras en el bienestar animal, se traducen en una mayor calidad de la carne y la canal, puesto que un maltrato de los animales antes y durante su sacrificio, se traduce en elevadas tasas de mortalidad, decomisos por fracturas, hemorragias, y peor calidad tecnológica de la carne. Ejemplos clásicos de esta relación bienestar animal-calidad de la carne, son las elevadas tasas de mortalidad en transporte y espera, de cerdos positivos al gen halotano y la aparición de carnes PSE (pálida, suave y exudativa) (Fábrega *et al.*, 2003).

La presencia de hemorragias o lesiones severas en la canal de los animales y los indicadores de bienestar es otro claro ejemplo de esto. Estas lesiones como mínimo devalúan la calidad de la canal, y pueden llegar a ser una razón para decomisos parciales o totales. Aquellas canales con índices superiores de lesiones en la piel, también se correlaciona con unos niveles más elevados de cortisol y con valores más altos de pH último de la carne. En el caso de pH últimos elevados, suelen asociarse a un estrés previo al sacrificio prolongado y/o ayunos muy largos (Fábrega *et al.*, 2003).

En conclusión, la calidad de la carne es el resultado final de la interacción de varios factores a largo plazo; como la genética, alimentación, prácticas agrícolas, y factores a corto plazo como las condiciones de manejo de la granja, la densidad, el transporte, descarga, manejo antes del sacrificio, método de aturdimiento y sacrificio (Raj, 2000).

Insensibilizado antes del sacrificio

El objetivo de la insensibilización es lograr que el animal quede inmediatamente inconsciente y se mantenga así hasta la muerte, es decir no sienta dolor al realizar la sangría que le producirá la muerte (Gallo, 2005). Si el noqueo está bien hecho, el animal no siente dolor y queda inconsciente instantáneamente. Un animal que ha sido insensibilizado como corresponde, va a tener una carcasa inmóvil, que los empleados podrán procesar con seguridad (Grandin, 1991).

Un buen sistema de aturdimiento debe cumplir varios requisitos. En primer lugar, debe garantizar una inducción rápida de la inconsciencia sin causar dolor; y esta debe prolongarse hasta la muerte del animal (Fábrega *et al.*, 2000). Los métodos de aturdimiento eficaces afectan las neuronas o neurotransmisores mecanismos reguladores del cerebro, causando un estado de despolaridad neuronal largo quedando el animal inconsciente (EFSA, 2004). En segundo lugar, debe minimizar los problemas de calidad del producto final. En tercer lugar, debe garantizar la seguridad del operador (Fábrega *et al.*, 2000).

Los métodos de aturdimiento más utilizados en el ganado porcino son la electronarcosis y la exposición al dióxido de carbono. Es importante tener en cuenta que los resultados obtenidos en estudios realizados en mataderos comerciales indican que estos sistemas de aturdimiento no garantizan el 100% de efectividad, probablemente como consecuencia de errores en la aplicación de los mismos (Fábrega *et al.*, 2000). Ambos métodos son reconocidos internacionalmente como humanos y aceptables (Holst, 2001).

El aturdimiento antes del sacrificio es un requisito legal en la Unión Europea (con excepción de ritos religiosos), se debe producir la inconsciencia y la insensibilidad (incapacidad de percibir estímulos) en animales antes de la muerte, para que se lleve a cabo sin miedo, preocupación, dolor, sufrimiento y estrés de este (EFSA, 2004).

Los métodos de aturdimiento cuando son usados correctamente tienen un efecto mínimo sobre la calidad de la carcasa y la carne por si solos. Sin embargo puede afectar la calidad de la carne a través de fracturas, salpicaduras de sangre y presencia de carne PSE (Raj, 2000).

Si bien el aturdimiento elimina los factores estresantes del desangrado, éste induce en el animal unos cambios fisiológicos cuyos efectos pueden repercutir negativamente en la calidad del producto final. Estos cambios son debidos principalmente al aumento de la presión sanguínea y la actividad muscular, provocando alteraciones, bien en la calidad de la canal debido a contusiones, hemorragias o fracturas, o bien en la calidad de la carne debido a una modificación del proceso bioquímico normal responsable de la transformación del músculo en la carne (Fábrega *et al.*, 2000).

La duración de la inconsciencia e insensibilidad varía entre los métodos y las especies animales. El intervalo entre el aturdimiento y producir la muerte a través de la pérdida de la sangre, antes que el animal recupere la conciencia, debe ser lo suficiente para que el suministro de sangre oxigenada hacia el cerebro, sea bloqueada rápidamente (EFSA, 2004). Se debe

chequear que el animal noqueado esté realmente inconsciente. Cualquier animal que muestre signos de recuperación de conciencia debería ser re-noqueado inmediatamente (Gallo, 2005).



En cuanto a la calidad de la carne, todos los métodos provocan un aumento de la presión sanguínea y de la velocidad de los latidos cardiacos, esto facilita el desangrado posterior, pero si el tiempo entre la sangría es excesivamente largo, se producirán hemorragias vasculares por extravasación de sangre (Van Der Wal *et al.*, 1999).

Métodos de insensibilizado en cerdos

Electronarcosis: El aturdimiento eléctrico o electronarcosis, consiste en el paso a través del cerebro de una corriente eléctrica, de una intensidad lo suficientemente alta como para provocar un ataque epiléptico y consecuentemente la pérdida de conciencia. Tras la estimulación eléctrica del cerebro, el animal entra en un estado de contracción muscular tónica, desapareciendo la ritmicidad respiratoria, el reflejo corneal y la sensibilidad al dolor. Seguidamente, el animal entra en la denominada fase clónica y comienza a efectuar movimientos bruscos e involuntarios con sus extremidades.

La recuperación de la ritmicidad respiratoria y el reflejo corneal nos indicaría que el animal se está recuperando de la anestesia. Al ser un sistema de aturdimiento reversible, el tiempo transcurrido entre el aturdimiento y el degollado es un factor determinante para garantizar la muerte del animal, antes de la recuperación de la conciencia. Para ello es importante conocer la duración de la inconsciencia y así evitar la recuperación de los animales antes de la muerte cerebral (Fábrega *et al.*, 2000).

Actualmente, en la mayoría de los mataderos de porcino se utiliza el sistema de aturdimiento cabeza-cuerpo, que consiste en la aplicación de un tercer electrodo en la zona de proyección del corazón. La corriente pasa de los electrodos de la cabeza al tercer electrodo, llegando así al corazón y a la médula espinal. La estimulación cardiaca provoca paro cardiaco y muerte del animal. En este caso, el sacrificio tiene tan sólo la finalidad de evacuar la sangre de la canal, por lo que su retraso no será crítico desde un punto de vista de bienestar animal. La estimulación de la médula espinal disminuye la intensidad de los movimientos musculares involuntarios durante la fase clónica, mejorando así la calidad de la carne (Fábrega *et al.*, 2000).

Insensibilizado con CO₂: La utilización del dióxido de carbono en altos porcentaje, durante cortos espacios de tiempo en los animales, produce una acción anestésica, es decir, una acción reversible que determina la pérdida de conciencia y ausencia de dolor, a la vez que se mantiene inalterada las funciones sanguíneas (Kohler *et al.*, 1999).

El efecto anestésico del dióxido de carbono es causado por acidosis rápida ocurrida en el líquido cerebro – espinal, ya que la profundidad de la anestesia tiene correlación con el pH del fluido. El dióxido de carbono inspirado por los pulmones pasa a la sangre con rapidez, dada su alta solubilidad en la misma, alcanzando en segundos el cerebro por el torrente sanguíneo que alimenta este órgano. El cerebro que mediante su barrera hematoencefálica se encuentra muy protegido frente a los ácidos comunes, es alcanzado por el dióxido de carbono por su facilidad de difusión a través de la barrera, modificando el pH del cerebro desde 7,35 a 6,8 dando lugar al estado de anestesia (Kohler *et al.*, 1999).

La duración de la inconsciencia producida por el método de aturdimiento, debe ser más larga que la suma del intervalo de tiempo entre el degüello y la muerte por pérdida de sangre (Raj, 2000). La anestesia tiene que garantizar la inconsciencia del animal como mínimo 30 segundos tras el degollado (Fábrega *et al.*, 2000).

Se han producido controversias acerca de la calidad humanitaria del aturdimiento mediante dióxido de carbono, debido a que la insensibilidad no es instantánea. Investigaciones holandesas indican que la fase de excitación, ocurre en el aturdimiento con dióxido de carbono antes del comienzo de la inconsciencia. Este estudio dio lugar a las primeras preguntas, sobre una potencial angustia en los cerdos durante la inducción de la anestesia con dióxido de carbono. Sin embargo, otras investigaciones indicaron que la inconsciencia ocurre antes del comienzo de la fase de excitación y que el aturdimiento con dióxido de carbono no era estresante para el animal (Fábrega *et al.*, 2000).

Bajo condiciones prácticas, el aturdimiento se debe realizar de tal manera, que asegure no solamente bienestar animal sino también un menor uso de dióxido de carbono. Este conflicto entre bienestar animal y bajos costos, puede conducir a veces al aturdimiento inadecuado de los cerdos. Esto ocurre especialmente en góndolas viejas donde la capacidad inicial ha aumentado gradualmente sobre los años, esto da lugar al acortamiento del tiempo de exposición a dióxido de carbono y así una anestesia menos eficiente (Holst, 2001).

Los cerdos halotano - positivos tendrían una reacción más vigorosa al dióxido de carbono, que los cerdos halotano - negativos. Los cerdos no reaccionan durante el contacto inicial con el gas; la reacción comienza aproximadamente 20 segundos después de que los animales tomaran contacto con el gas. El 70% de los cerdos halotano - positivos tenían reacción motoras, mientras que sólo el 29% de los cerdos halotano - negativos reaccionaban de esta manera, sin embargo el uso de concentraciones altas de dióxido de carbono (80% o más) reducen la incidencia de reacciones vigorosas en cerdos halotano - positivos (Grandin, 2003).

Especialmente para los animales portadores del gen halotano, es importante que el primer contacto con el dióxido de carbono, se produzca a una concentración superior al 85%, para asegurarse la ausencia de una fase excitatoria de severa intensidad (Fábrega *et al.*, 2000).

Pistola de perno cautivo: El propósito del perno cautivo como todos los métodos de percusión no penetrantes, es dañar al cerebro con el propósito de que el animal este inconsciente. Los animales deben ser contenidos lo suficiente, para asegurar la colocación correcta del perno cautivo. El perno cautivo debe ser dirigido al cerebro, de un punto central ligeramente encima de la línea entre los ojos. La evaluación de la inconsciencia puede ser difícil. Algunos de los métodos usados son la pérdida de reacciones visuales, pérdida de la amenaza, y pérdida de los movimientos coordinados y pupila dilatada (Morgan, 2005).

No se recomienda utilizar pistolas de bala cautiva con cerdos maduros plenamente desarrollados debido al grosor de sus cráneos (Close *et al.*, 1996).

Conclusión: Se debe realizar utilizando un instrumento de funcionamiento mecánico, que administre un golpe en el cráneo sin fracturarlo. Hay que señalar que la posición para aplicar los aturdidores de percusión, difiere respecto de la empleada con la pistola de bala cautiva (Close *et al.*, 1996).

Exposición a cloroformo: Los animales se introducen en la cámara cuando esta contiene una mezcla saturada de cloroformo y aire. El gas debe producir una anestesia

general profunda y después la muerte. Los animales se mantienen dentro de la cámara hasta que están muertos (Valls *et al.*, 1998).

Exposición a monóxido de carbono: Consiste en una cámara que evita que los animales se hagan heridas, incluso es posible vigilarlos. Cuando los animales entran en la cámara, deberá haber alcanzado una concentración del 1% en volumen, suministrado por una fuente de monóxido de carbono al 100% (Valls *et al.*, 1998).

El monóxido de carbono se combina con hemoglobina, formando carboxihemoglobina, esto obstruye la fijación de oxígeno a los glóbulos rojos. Como el monóxido de carbono estimula centros motores del cerebro, la inconsciencia puede ser acompañada por convulsiones y espasmos musculares (Morgan, 2005).

Algunos animales, incluidos los cerdos, muestran signos de excitación severa y vocalización, algunas veces antes de iniciar la inconsciencia, con niveles altos de monóxido de carbono (Close *et al.*, 1996).

Exposición a una mezcla de carbón dióxido y aire: el método es efectuado exponiendo a los animales a una concentración menor a 40% de dióxido de carbono en una cámara. Los animales deben ser introducidos en la cámara después de estar llena con la concentración de dióxido de carbono requerida (Galvín *et al.*, 2005).

Exposición a nitrógeno: El nitrógeno es un gas incoloro e inodoro, constituye normalmente el 78% de aire atmosférico. El animal se coloca en un recipiente cerrado donde el nitrógeno puro es introducido rápidamente con la presión atmosférica. El nitrógeno reemplaza al oxígeno en el recipiente causando la inconsciencia. Hay desventajas como muerte rápida en animales muy jóvenes y de peso liviano. En algunos países se ha prohibido por ser poco humanitario (Morgan, 2005).

Mezcla de gases inertes: Se recomienda las siguientes mezclas para no ser dañinos: un máximo de 2% por volumen de oxígeno en argón, nitrógeno o otros gases; o un máximo de 30% por volumen de dióxido de carbono y un máximo de 2% por volumen de oxígeno en mezclas con dióxido de carbono y argón, nitrógeno o otros gases inertes. Las mezclas de gases deben ser las suficientes para asegurar que ningún cerdo recupere la conciencia antes de la muerte por pérdida de sangre o paro cardíaco (Shimshony y Chaudry, 2005).

Campana de vacío: Consiste en una campana cerrada, en la que se hace el vacío rápidamente con una bomba eléctrica; la depresión del aire se mantiene hasta la muerte de los animales (Valls *et al.*, 1998).

Degüello (Sacrificio por el rito islámico y judío): Consiste en una incisión en el surco yugular; seccionando ambas arterias carótidas y venas yugulares, incluso la tráquea, el esófago y la médula espinal (en la unión occipito- alantoidea). Se consigue una rápida sangría, produciéndose un descenso rápido de la presión sanguínea y una anemia cerebral (Valls *et al.*, 1998).

¿Cómo determinar la insensibilidad?

La insensibilidad debe ser medida inmediatamente después del aturdimiento, generalmente cuando el animal espera sobre el riel previo desangrado. Parece ser que no hay una línea divisoria distintiva entre conciencia e inconsciencia, habiéndose informado

que el cerebro de un cerdo, reacciona de manera similar a un estímulo auditivo, tanto sedado como consciente. Se necesita más investigación para correlacionar signos fácilmente observables de retorno a la sensibilidad, con la profunda anestesia de cerdos con electricidad o dióxido de carbono (Grandin, 2003).

Vocalizar es una señal que el animal todavía puede sentir dolor, por lo tanto no debe vocalizar una vez insensibilizado (Grandin, 2003). Un estudio reveló que el porcentaje de cerdos que tienen sensibilidad al dolor, y el reflejo de enderezarse, eran significativamente más bajos en animales aturdidos con electronarcosis, que aquellos aturdidos con dióxido de carbono (Velarde *et al.*, 2000a).

Se estableció que el reflejo de la córnea, puede ocurrir tanto en animales conscientes como inconscientes. Si ese reflejo no se presenta, se puede asumir que el animal está en un profundo estado de disfunción del cerebro e inconsciente (Grandin, 2003). La mala interpretación de los reflejos del ojo en cerdos aturdidos, es un problema especial cuando personal no adiestrado toca el ojo. Párpados que están pegados con mucosas, pueden abrirse súbitamente y lucir como un reflejo. No se debe confundir nistagmus (vibración del ojo) con parpadeo natural, y esto ocurrirá en algunos cerdos correctamente aturdidos (Grandin *et al.*, 2003).

Un cerdo apropiadamente aturdido, independientemente del método de aturdimiento, colgará del riel con su espalda recta y la cabeza flácida. En cambio, cuando ocurre un reflejo para enderezarse, el cuello y la espalda se arquean y se ponen tiesos a medida que el animal trata de levantar su cabeza. Algunos animales totalmente sensibles doblarán su cabeza hacia sus patas delanteras. El parpadeo natural espontáneo nunca es aceptable, pero un máximo de 5% de los cerdos aturdidos con dióxido de carbono pueden tener un reflejo en la córnea inducida por un toque (Grandin, 2003).