

# EFECTO DE DIVERSOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN EL BIENESTAR Y CALIDAD DE CARNE DE NOVILLOS EN URUGUAY

del Campo, M<sup>1,2</sup>.; Soares de Lima, J<sup>1,2</sup>.;  
Vaz Martins, D<sup>1,3</sup>. y Montossi, F<sup>1,2</sup>.

## RESUMEN

Se ha evaluado el bienestar animal y su relación con la calidad de carne en cuatro grupos (tratamientos) de novillos jóvenes, provenientes de diferentes sistemas de alimentación: pastoril, pastoril con niveles incrementales de suplemento (0.6 y 1.2 % PV), y concentrado *ad libitum* a corral. Para ello, 20 animales por tratamiento fueron evaluados en el campo, en planta frigorífica y en laboratorio. No se encontraron diferencias debido a los tratamientos aplicados en los indicadores de bienestar animal (BA) seleccionados (fisiológicos y temperamentales), tanto individuales como grupales. Las diferencias en los indicadores productivos entre tratamientos, se debieron fundamentalmente a los diferentes porcentajes de concentrado en la dieta y por lo tanto a los niveles de energía presentes en la misma (Vaz Martins *et al.*, en esta publicación) y no debido a factores asociados estrictamente con el BA. Las menores ganancias obtenidas fueron de 516 g/día en el tratamiento de pasturas. Se detectaron efectos del temperamento sobre la calidad de la carne, donde independientemente del tratamiento, animales más tranquilos produjeron carne más tierna y con menores valores de pH. Estos resultados ameritan nuevos y más amplios estudios evaluando los efectos de las características del individuo y del sistema productivo, sobre el bienestar animal y la calidad de producto, en las condiciones de producción ganadera de Uruguay, predominantemente pastoril y a cielo abierto.

## 1. INTRODUCCIÓN

La sensibilización acerca de los temas relacionados al Bienestar Animal (BA), se ha consolidado en muchos países del mundo. Como consecuencia de esto, se ha verificado un incremento de la exigencia de los consumidores de los países de mayor poder adquisitivo por certificaciones de productos y procesos que contemplen este requisito.

Dada la intensificación que está ocurriendo en los sistemas pastoriles del Uruguay, a través, entre otros factores, del uso de la suplementación en el proceso de engorde

de bovinos, es necesario conocer el efecto que tienen dichos sistemas de intensificación sobre el bienestar animal y su asociación con la producción y la calidad del producto obtenido.

Los métodos para cuantificar el Bienestar Animal, deben combinar tres dimensiones (anatómico-productivas, comportamentales o de conducta y fisiológicas), complementados, a su vez, con registros de parámetros grupales e individuales, ya que dichas respuestas presentan una gran variabilidad individual determinada por factores genéticos y de experiencia previa.

<sup>1</sup> Programa Nacional de Carne y Lana, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

<sup>2</sup> INIA Tacuarembó, Ruta 5, Km. 386, Tacuarembó, Uruguay.

<sup>3</sup> INIA La Estanzuela, Ruta 50, Km 11, Colonia, Uruguay.

El temperamento es una característica muy relevante en la producción ganadera, especialmente en el ganado bovino. Animales con un temperamento agresivo pueden implicar dificultades en su manejo, requiriendo una mayor dedicación por parte del ganadero, lo cual, a su vez, puede ocasionar daños en el animal o en el hombre y estropear instalaciones e infraestructura en general. Por otra parte, animales más agresivos pueden ver afectada su ganancia de peso y/o parámetros reproductivos, así como la calidad del producto obtenido.

La selección genética y los diferentes sistemas de producción parecen afectar la reacción del ganado frente al ser humano y por tanto al manejo que este último le confiera. La variabilidad de este comportamiento es muy grande, incluso dentro de una misma raza. Los diferentes sistemas de producción pueden implicar contactos frecuentes o esporádicos entre los animales, pero la calidad del manejo de los mismos durante el proceso productivo será de gran importancia.

El estrés es la respuesta biológica obtenida cuando un individuo percibe una amenaza para su homeostasis. Debe diferenciarse entre el estrés no amenazante y sin consecuencias, y el estrés con efecto sobre el bienestar animal, la salud o los rendimientos productivos, también llamado distrés.

Una vez que un animal percibe una amenaza, reacciona con diferentes respuestas que pueden afectar su comportamiento, el sistema nervioso autónomo, el sistema neuroendócrino o el sistema inmune. Esta es la denominada respuesta de fase aguda, que comprende un conjunto de mecanismos complejos que se inician inmediatamente después del estímulo, produciéndose cambios endócrinos, fisiológicos y metabólicos. Todo ello tiene un costo biológico ya que el animal destina parte de la energía, que debería haberse dedicado al crecimiento o a la reproducción, a atender el gasto energético producido por la respuesta al estrés (Moberg, 2000).

Las proteínas plasmáticas cuya tasa de síntesis hepática se modifica significativamente en esas situaciones de estrés, se denominan de fase aguda (PFA). La haptoglobina es una de ellas y su determinación permite identificar los factores o procedimientos corrientes de la explotación ganadera que provocan mayor estrés, lo que serviría para evaluar y mejorar los sistemas productivos.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los diferentes sistemas de producción sobre el bienestar de los animales y su efecto en la calidad de la carne.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ochenta novillos de la raza Hereford alimentados en base a pasturas hasta los dos años de edad, fueron engordados utilizando diferentes dietas resultantes del aumento de la proporción de concentrado en la dieta: T1) Pastura (NOF 4% PV), T2) Pastura (NOF 3% PV) + 0.6 % del peso vivo de suplemento, T3) Pastura (NOF 3% PV) + 1.2 % del peso vivo de suplemento, y T4) Concentrado *ad libitum* a corral. Estos novillos fueron faenados en un frigorífico comercial con una edad comprendida en el rango de 26 a 30 meses,



**Figura 18.** Extracción de sangre para la determinación de estrés agudo vía análisis de haptoglobina en suero.

cuando alcanzaron, en promedio 500 kg en cada tratamiento.

Los estudios de comportamiento y conducta se realizaron en tres momentos sobre la totalidad de animales de cada tratamiento, durante las horas luz del día (aproximadamente ocho horas), por medio de cuatro observadores, los cuales rotaron entre estaciones de observación cada dos horas, para reducir el efecto "observador". Las observaciones se realizaron cada 15 minutos, registrándose: pastoreo, camina, descanso, rumia, consumo de suplemento y consumo de agua.

La evaluación del temperamento animal se realizó a nivel individual, en diferentes momentos del experimento y utilizando diferentes metodologías.

## 2.1. Al inicio del experimento

Se registró la localización del remolino de la cara, teniendo en cuenta tres posibles posiciones: por encima del nivel de los ojos (animales combativos o agresivos), a la altura de los ojos (animales tranquilos) y por debajo del nivel de los ojos (animales considerados muy tranquilos) (Grandin *et al.*, 1995).

## 2.2. Una vez por mes (coincidiendo con las mediciones de ultrasonografía)

- 1- Se realizó el test del Crush Score que evalúa la resistencia a la situación de encierro en una escala de uno a cinco, donde 1 uno corresponde a un animal completamente tranquilo y 5 a un animal combativo.
- 2- Se realizó el test de Flight Time (FT) que mide el tiempo que demora un animal en recorrer una distancia estipulada. En este caso fue una distancia de cinco metros, midiendo la misma desde que los animales fueron liberados de la situación de encierro (balanza).
- 3- Adicionalmente, se registró si al salir de la situación de restricción, lo hacían caminando, trotando ó corriendo.

Al inicio del experimento y al final del mismo, se realizó una evaluación por tratamiento de la "zona de fuga" de cada lote. Esta se definió como la distancia (en metros) existente entre el observador (el cual se aproximaba lentamente) y los animales, determinada cuando el 50% del grupo de animales que conformaron cada tratamiento, giró para alejarse del observador.

Con relación a los indicadores fisiológicos, se extrajeron muestras de heces para la determinación de estrés crónico, vía cortisol fecal. En el mismo momento se extrajeron muestras de sangre para la determinación de estrés agudo (vía PFA con el análisis de haptoglobina en suero). Dicho análisis fue realizado por el Servicio de Bioquímica Clínica Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona. El equipo utilizado para dicha determinación fue un lector de placas de ELISA (EMS Reader MF V2. 9-0) y el método para la determinación de haptoglobina fue el de enzima inmunoensayo de tipo sandwich (Bovine Haptoglobin ELISA test Kit, Life Diagnostics, Inc. Catalog number: 2410-7; Westchester, PA). Para evitar el efecto de la hemólisis se siguieron las indicaciones descritas por Hiss *et al.* (2003).

Se registraron diariamente enfermedades de cualquier índole, miasis, animales que renguean o que demostraban indicios de dolor.

En cuanto al análisis estadístico, debido a que las variables PFA y FT no presentan una distribución normal, se realizaron las siguientes transformaciones:

$$PFA_t = \frac{-1}{\sqrt[3]{PFA}}$$

Donde:

$PFA_t$  es la variable transformada

PFA es la variable original

$$FT_t = \sqrt[3]{FT}$$

Donde:  $FT_t$  es la variable transformada

FT es la variable original

Para analizar el efecto de los tratamientos sobre la ubicación del remolino de la cara, el Crush Score, y los valores de PFA y FT (transformados), se utilizó un análisis de varianza a través de un modelo general lineal (Proc GLM, SAS, 2003). Las medias se calcularon mediante el procedimiento de mínimos cuadrados. Se realizaron análisis de correlaciones entre variables cuantitativas (PROC CORR, SAS, 2002).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Variables productivas

Las ganancias de peso registradas en los diferentes tratamientos, indicarían que los niveles alimenticios manejados no fueron limitantes para la producción animal, por lo tanto, es posible que los tratamientos impuestos no comprometieran el bienestar de los animales del punto de vista de su productividad.

Las diferencias de ganancia de peso entre tratamientos (Cuadro 9), se debieron fundamentalmente a las diferencias en el consumo en materia seca total (MST) ó materia orgánica digestible total (MODT) asociadas a los diferentes porcentajes de concentrado/energía en la dieta ofrecidos en cada tratamiento (Vaz Martins *et al.*, en esta publicación) y no debido a factores que ten-

gan que ver estrictamente con el BA, registrándose las menores ganancias (516 gramos/día) en el T1. Sin embargo, la productividad por sí sola no es un indicador de grado de Bienestar Animal.

Dentro de cada tratamiento, en base al análisis estadístico realizado no se registraron correlaciones relevantes entre variables productivas (ganancia de peso, AOB y su cobertura de grasa) y el temperamento, ni entre las primeras y la presencia de proteínas de fase aguda en suero. Tampoco fue posible establecer asociaciones entre variables fenotípicas (ubicación del remolino de la cara) con el temperamento, ni con las variables productivas mencionadas.

#### 3.2. Indicadores fisiológicos: proteínas de fase aguda - haptoglobina bovina

La concentración de PFA fue diferente sólo para el T3 con respecto a los demás (Cuadro 10). Se destaca que en los 4 planos de alimentación, los valores promedio de haptoglobina estuvieron por debajo de los umbrales establecidos por la bibliografía como limitantes del bienestar animal, valores de normalidad fisiológica: 25 - 50 µg/ml (Bovine Haptoglobin ELISA test Kit, Life Diagnostics, Inc. Catalog number: 2410-7; Westchester, PA).

**Cuadro 9. Efecto de los tratamientos sobre la ganancia de peso vivo (PV).**

	T1	T2	T3	T4
Ganancia diaria de PV (kg/an.)	0,516 d	0,936 c	1,115 b	1,560 a

**Nota:** a,b,c,d: Medias en la misma fila con distinta letra difieren estadísticamente entre si (P<0.05).

**Cuadro 10. Efecto del tratamiento sobre la concentración de PFA.**

Variables	T1	T2	T3	T4
PFA <sub>t</sub>	-0,5629	-0,5464	-0,6677	-0,5086
PFA (µg/ml)	5,6 a	6,1 a	3,4 b	7,6 a

**Nota:** a, b: Medias en la misma fila con distinta letra difieren estadísticamente entre si (P<0.05). Valores de normalidad fisiológica: 25 - 50 µg/ml (Bovine Haptoglobin ELISA test Kit, Life Diagnostics, Inc. Catalog number: 2410-7; Westchester, PA).

Se determinó el efecto de las PFA sobre la ganancia diaria de peso del período previo y posterior a su determinación para todos los tratamientos, no encontrándose una asociación consistente entre estas variables. Es importante reiterar que los valores de PFA no sobrepasaron los límites máximos establecidos como de normalidad fisiológica.

Al analizar la evolución de haptoglobina en suero a lo largo del tiempo en los diferentes tratamientos (Figura 19), es posible observar en la segunda fecha de determinación un incremento de esta proteína en el T4. Dicho incremento puede ser explicado por la presencia de 2 animales en este tratamiento que tuvieron síntomas de acidosis. Debido a una permanente vigilancia del experimento, con el consecuente tratamiento en estos casos, dichos problemas no afectaron las ganancias posteriores de los animales involucrados.

Para analizar el efecto del tratamiento sobre la PFA al momento de faena, se realizó un análisis de varianza (Proc GLM SAS 2003). El T3 presentó menores concentraciones de PFA en suero (Figura 20). Sin embargo, todos estos resultados estuvieron dentro de los valores de normalidad fisiológica,

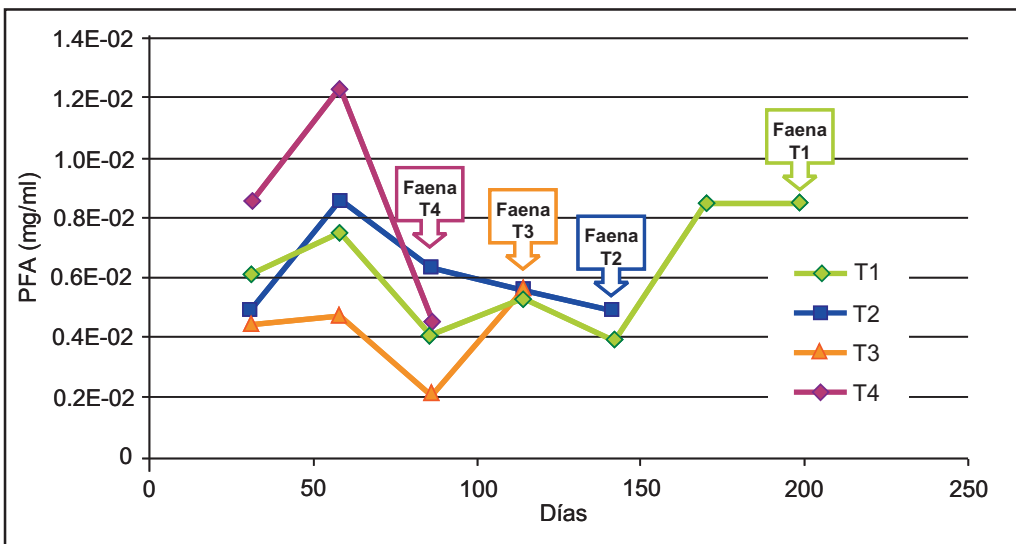
acorde al catálogo de la técnica de análisis utilizada y mencionada anteriormente.

La concentración de cortisol fecal como estimador de estrés crónico, se analizará en una tapa posterior.

### 3.3. Temperamento

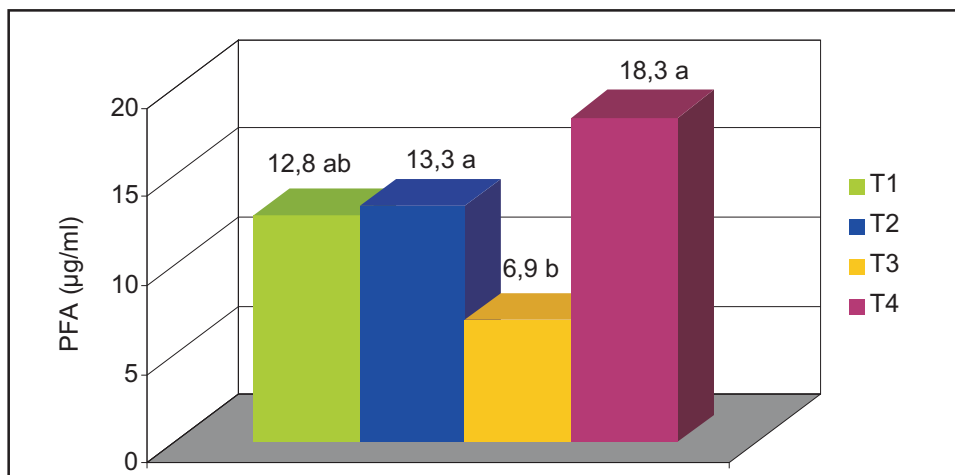
Diferentes estudios han demostrado que el temperamento del ganado vacuno es un factor que está muy relacionado a la productividad de los animales (Fordyce *et al*, 1988), así como a la calidad del producto obtenido. En este caso no se observaron animales con temperamento negativo o agresivo, y no se registraron diferencias debidas al tratamiento en el FT previo a la faena. El temperamento a su vez, no se vio reflejado en las diferentes variables productivas (PV, AOB y cobertura de grasa en el P8).

Además de haberse trabajado con animales jóvenes de raza Hereford y que habían tenido un adecuado manejo en edades tempranas, se puso especial énfasis desde un inicio del experimento en respetar las normas de bienestar animal establecidas en los Manuales de Buenas Prácticas de Manejo recomendadas para toda la cadena cárnica del Uruguay (Barros *et al.*, 2004).



**Figura 19.** Valores de PFA en suero de los diferentes tratamientos a lo largo del período experimental.

**Nota:** Ninguno de los datos presentados en este gráfico corresponden a PFA del sangrado de deguello.



**Figura 20.** Valores de PFA en suero de los diferentes tratamientos en el momento de la faena.

De esta forma se trató que las posibles diferencias detectadas en BA se debieran estrictamente a factores asociados al sistema de producción y no al manejo de los animales en las diferentes etapas del experimento.

Las diferencias en temperamento en los animales provenientes del género *Bos Taurus* no serían tan pronunciadas, debido a que, en general, estos animales presentan temperamentos más tranquilos y con una menor variabilidad que las razas índicas y sus cruzamientos (Fordyce *et al.*, 1988).

Como se aprecia en el Cuadro 11, si bien el Flight Time tiende a ser mayor con el paso del tiempo dentro de los cuatro tratamientos, estas diferencias no fueron significativas. Se destaca la relevancia del manejo y la capacitación del personal para asegurar un adecuado BA, independientemente del sistema y proceso de producción, la raza, que se trate. Al respecto, Hemswoth (2003)

sugiere que la comunidad, en general, debe dar un énfasis incremental al aseguramiento de la capacitación de los operarios rurales y la gente que trabaja con animales en producción.

### 3.4. Conducta

En la Figura 21, se presenta el análisis de correspondencia de las actividades comportamentales registradas por tratamiento.

Para interpretar el comportamiento de las principales actividades asociadas a los diferentes tratamientos, se realizó un análisis de correspondencia en el que el eje uno representa aproximadamente el 95% de la variabilidad encontrada, indicando una variación casi unidimensional de dichos componentes (Figura 21). Sobre este eje de variación, se encuentran los tratamientos 4 y 1 en los extremos, asociados fuertemente

Cuadro 11. Evolución del FT como estimador del temperamento dentro de cada tratamiento en dos momentos del período experimental.				
	T1	T2	T3	T4
Inicio	5,05	3,96	4,75	4,82
Final	5,16	4,84	5,89	5,37

al consumo de suplemento y al pastoreo, respectivamente. Respecto a las otras actividades, "caminar»" y "otros" (juegos), están asociadas a los tratamientos con el menor nivel de suplementación y al tratamiento pastoril. El tiempo destinado a la rumia y al consumo de agua, es mayor en los tratamientos intermedios (T2 y T3).

### 3.5. Zona de fuga

La zona de fuga (ZF) de los animales del tratamiento 4 mostró valores más bajos en las dos fechas en que se registró dicha medida (Figura 22). Esto podría deberse a la mayor "mansedumbre" de los animales de este tratamiento, ligado al permanente contacto con los operarios e investigadores. El proceso de acostumbramiento de los animales al manejo, en los animales de los tratamientos 1, 2 y 4, se exhibe al comparar ambas fechas. Si bien no se observa esta evolución en el tratamiento 3, se destaca que las distancias para los cuatro tratamientos, sugieren que los animales no eran temerosos y se adaptaron a la proximidad del hombre (el máximo valor de ZF encontrado fue de 2,5 metros al final del período).

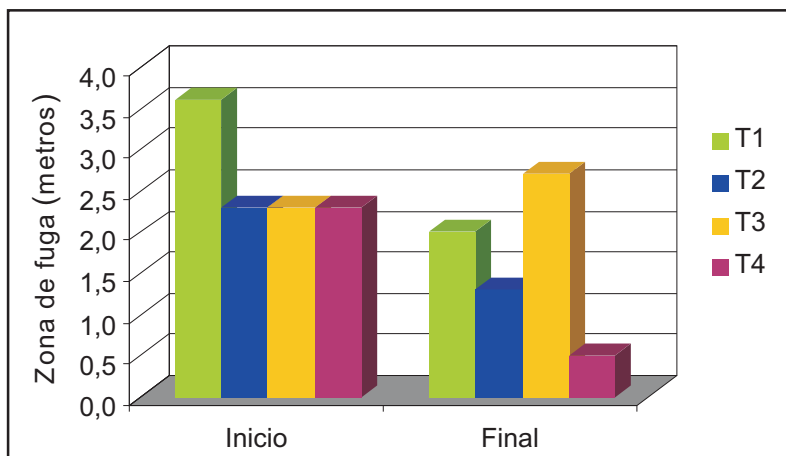


Figura 22. Evolución de la Zona de Fuga según tratamiento

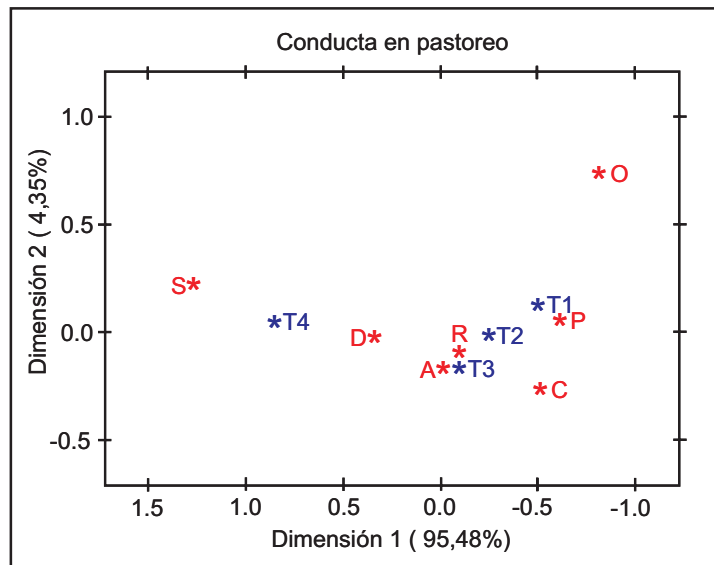


Figura 21. Análisis de correspondencia de actividades por tratamiento.

Nota= D=descansa, P=pastorea, R=rumia, C=camina, S=consumo de suplemento y O=otros (juega).

Estos resultados iniciales y para las condiciones experimentales impuestas, estarían indicando que los sistemas de producción evaluados no están afectando el bienestar de los animales y que el temperamento así como el manejo de los animales, es de fundamental importancia.

### 3.6. Bienestar animal y calidad de carne

El FT registrado previo a la faena, mostró una correlación significativa con indicadores de calidad de carne (Cuadro 12). La carne proveniente de animales más tranquilos, presentó una menor fuerza de corte (más tierna) a los 20 días de maduración. También se encontró una asociación significativa entre el temperamento medido a través del FT y el pH a las 48 horas *post mortem*, donde la carne de animales más

**Cuadro 12. Correlación entre indicadores de bienestar animal y de calidad de carne.**

Variables	pH <sub>48</sub>	Dureza <sub>20</sub>	FT
PFA	0.34 **	ns	ns
FT	-0.28 *	-0.30 **	-
Dureza <sub>20</sub>	0.39 **	-	-

Nota: \* P < 0.05, \*\* P < 0.01 y ns > 0.05.

tranquilos, presentó menores valores de pH<sub>48</sub>. Estos resultados indican que este factor podría ser aún más importante en animales con temperamentos más agresivos, por ejemplo cruza de razas británicas con cebuinas y/o aquellos que han tenido un inadecuado manejo previo.

A su vez, aquellos animales con mayores valores de PFA, produjeron carnes con valores de pH finales más elevados. El posible estrés encontrado estaría provocando problemas en el proceso de transformación de músculo a carne. Sin embargo, se debe destacar que los valores de PFA de todos los animales estuvieron dentro de los valores considerados de normalidad fisiológica y los de pH a las 48 horas, fueron siempre menores a 5.8.

#### 4. CONCLUSIONES

Los diferentes sistemas de producción evaluados en este experimento, no presentaron diferencias en los indicadores de BA fisiológicos y temperamentales seleccionados.

Haciendo referencia a las 5 libertades citadas por FAWC (1993):

- Todos los animales tuvieron acceso a agua fresca y alimento de forma de mantener un buen estado de salud y vigor (*Libertad 1: hambre, sed y malnutrición*).
- Se realizó una adecuada prevención y un rápido diagnóstico y tratamiento de enfermedades (*Libertad 2: dolor, heridas y enfermedades*). Los desórdenes ocasionados por la dieta (meteorismo y acidosis), no permitieron detectar diferencias entre los tratamientos para este indicador.
- Todos los animales parecen haber estado libres de sufrimiento mental (*Libertad 3:*

*miedo, estrés*). En futuros experimentos se deberían implementar mediciones de actividad neuronal como posibles indicadores de frustración/aburrimiento.

- Los animales del tratamiento 4 podrían haber presentado diferencias respecto a incomodidad (*Libertad 4*) y/o libertad de expresar su comportamiento natural (*Libertad 5*), debido a las limitaciones de espacio, entre otros. Sin embargo, la probable privación de estas dos libertades, no se reflejó en los indicadores temperamentales, fisiológicos y productivos evaluados.

En el futuro, se deberá evaluar con mayor profundidad la conducta animal observada en este experimento. Esta información también se vería complementada y enriquecida con mediciones de actividad neuronal.

Los animales evaluados presentaron temperamentos tranquilos desde el inicio del período experimental y mostraron una evolución positiva para este indicador, aunque la misma no fue estadísticamente significativa a lo largo del tiempo.

Independientemente del tratamiento en cuestión y a pesar de tratarse de animales tranquilos, fue posible observar que el temperamento estuvo asociado a la calidad de la carne. Animales más tranquilos produjeron carnes más tiernas y con menores valores de pH.

Para alcanzar resultados concluyentes para estas condiciones de producción, se requiere de la repetición de estos trabajos y de análisis adicionales en los que se incorporen nuevos indicadores del BA y se pretenderá integrar las diferentes variables, de forma de establecer índices o scores de BA para cada uno de los sistemas evaluados.



## 5. BIBLIOGRAFÍA

- BARROS, A. y CASTRO, L.** 2004. Bienestar Animal. Buenas Prácticas Operacionales. INAC. Serie Técnica N° 34.
- FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL.** 1993. Second report on priorities for research and development in farm animal welfare. Tolworth: MAFF.
- FORDYCE, G.; DODT, R.M. and WYTHES, J.R.** 1988. Cattle temperaments in extensive beef herds in northern Queensland.
- GRANDIN, T.; DEESING, M.J.; STRUTHERS, J.J. and SWINKER, A.M.** 1995. Cattle with hair whorl patterns above the eyes are more behaviorally agitated during restraint. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 46: 117-123.
- HEMSWORTH, P.H.** 2003. Human-animal interactions in livestock production. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 81: 185-198.
- HISS, S.; KNURA-DESZCZKA, S. and REGULA, G.** 2003. Development of an enzyme immuno assay for the determination of porcine haptoglobin in various body fluids: testing the significance of meat juice measurements for quality monitoring programs. *Vet Immunol Immunopathol.* 96(1-2):73-82.
- MOBERG, G.P. and MENCH, J.A.** 2000. The Biology of Animal Stress. Basic principles and implications for animal welfare. CABI publishing.