

II. EFECTO DEL MANEJO PREVIO A LA FAENA SOBRE EL BIENESTAR ANIMAL Y LA CALIDAD DE PRODUCTO. AÑO 2

M. del Campo¹, G. Brito, F. de Oliveira Costa
E. Vergara, E., Anchaño, J. Frugoni
D. Bottero, J. Levratto, H. Rodríguez
S. Hernández, G. Escayola, P. Olivera

1. OBJETIVOS

El objetivo general fue evaluar el efecto de dos tiempos contrastantes de espera sobre el Bienestar animal y la calidad de carne de novillos.

Los objetivos específicos fueron:

1. Determinar el efecto del transporte y de dos tiempos contrastantes de espera, sobre diferentes indicadores fisiológicos indicadores de estrés.
2. Determinar el efecto de dos tiempos contrastantes de espera sobre el comportamiento de los animales en corrales de frigorífico.
3. Determinar el efecto de dos tiempos contrastante de espera sobre la calidad de la canal y de la carne.
4. Evaluar el efecto del temperamento individual sobre el comportamiento y las respuestas fisiológicas de estrés ante diferentes situaciones pre faena.
5. Evaluar el efecto del temperamento individual sobre la calidad de la canal y de la carne.

2. MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 30 novillos Hereford de tres de edad, terminados en base a campo natural en la Unidad Experimental Glencoe. Los

animales fueron agrupados aleatoriamente en dos tratamientos, de acuerdo con el tiempo de espera en planta frigorífica: doce horas (tratamiento 1; n=15) y tres horas (tratamiento 2; n=15).

2.1. Determinaciones *In vivo*

- Peso vivo cada 14 días durante el período de terminación, a los efectos de evaluar la ganancia diaria de peso y para definir el momento de faena. La misma fue realizada en un establecimiento comercial habilitado para exportación, cuando el peso promedio de los animales alcanzó los 500 kg de peso vivo.

- Temperamento individual, previo a la faena con los siguientes test:
 - a. CS (*Crush Score*) - resistencia al encierro: Escala 1-5 donde 1 es un animal calmo y 5 un animal combativo.
 - b. FT (*Flight Time*) - representa el tiempo de huida: desde que el animal es liberado de la situación de encierro hasta los 5 metros.
 - c. EV (*Exit velocity*) - velocidad de huida cuando el animal es liberado de la situación de encierro: Anda-Trota -Corre.

Se construyó un índice de temperamento multicriterio con los resultados de los tres test (Analytic Hierarchy Process-AHP, Saaty, 1980).

- Indicadores fisiológicos de estrés en cuatro momentos:

¹Ing. Agr. Ph.D. Programa Nacional Producción Carne y Lana. INIA Tacuarembó.

Se extrajeron muestras de sangre a todos los animales, en los siguientes momentos:

A: previo al transporte, B: post transporte, C: post espera, D: al sacrificio.

- a. Cortisol
- b. Creatin fosfoquinasa (CPK)
- c. Glucosa
- d. Ácidos grasos libres (AGL)
- e. Beta hidroxibutirato (BHB)

y también se determinó en todos los momentos y en la totalidad de los animales:

- f. Temperatura rectal previo a cada sangrado.
- Comportamiento en corrales de frigorífico (observación directa 3 horas en espera corta y 15 horas en espera larga) con las siguientes metodologías de acuerdo a Martin y Bateson (1993):
 - a. *Instantaneous Scan Sampling* con un intervalo de muestreo de 15 minutos. Estados y Eventos registrados: Parado/echado (especificando si había rumia), Camina (especificando si había rumia), Toma agua, Autocuidado, Comportamiento social.
 - b. *Behaviour Technique Sampling* con un intervalo de muestro de 7,5 minutos entre dos períodos de escaneo. Comportamientos registrados: Montas y Peleas.
- Sanidad: monitoreo diario del estado sanitario de los animales.

2.2. Transporte y Faena

Los animales se faenaron el mismo día en 2 grupos, cada uno constituido por 15 novillos. El transporte fue de 5 horas en un camión comercial con dos compartimentos y una densidad de carga de 420 kg/m² (1-1,2 m²/cabeza) acorde a los protocolos de la planta de faena y las recomendaciones existentes a nivel internacional y nacional. Para ambos viajes se utilizó el mismo camión y el mismo transportista. Los grupos permanecieron en corrales de espera durante 15 y 3 horas con densidades que cumplen con

las exigencias vigentes para plantas exportadoras (420 kg/2,5 m²). Al igual que el experimento del Año 1, el primer grupo estuvo en corrales durante horas de la noche y el segundo durante horas de la mañana. Los animales de cada grupo de faena no se mezclaron en el frigorífico.

2.3. Determinaciones en la Canal

Tipificación Uruguay: Conformación 6 niveles (INACUR), Terminación cincoveles (0-4); Peso de canal caliente (PCC); Hematomas (cantidad, localización según 4 regiones predefinidas: cuarto trasero-cuarto delantero-lomo-costillar, y severidad según implicaba o no remoción de tejido); Descenso de pH y temperatura (*Longissimus dorsi* - LD10^a y 11^a costilla a 1, 3, 6, 12, 24, 36 y 48 horas *pm*); Peso corte pistola (CP - cuarteo 10^a y 11^a costilla a 36 horas *pm*); Peso de los cortes valiosos del trasero.

Contenido de Glucógeno del músculo: se extrajeron muestras de *Longissimus dorsi* (20 g) a la mitad de animales de cada tratamiento, para la determinación del contenido de glucógeno muscular, a los 45 minutos *pm*. Las mismas se mantuvieron en tanques con nitrógeno a -80°C hasta el momento del análisis. Las medidas fueron obtenidas a través de la utilización del procedimiento de oxidación de la glucosa y los residuos fueron cuantificados (Passonneau y Lowry, 1993). Los resultados son expresados en miligramos de residuos de glucosa por gramo de músculo (mg/g).

2.4. Determinaciones en Carne

Al momento del desosado se extrajo una porción de LD de entre la 11^a y la 13^a costilla (espesor de 2,54 cm) que fue transportada al Laboratorio de Carne de INIA Tacuarembó, envasada al vacío y madurada durante 2 días a 2-4 °C para determinar: color (L*, a*, b*) luego de 1 hora de blooming, Marbling subjetivo con la escala de USDA, Fuerza de corte (FC - Warner Bratzler) y Pérdidas por cocción (%).

El contenido de grasa intramuscular se mide de manera subjetiva a nivel del área del

ojo de bife, mediante el uso de escalas de grados (USDA, 1997) que va desde D (desprovisto de grasa) hasta A (abundante); pasando por Pd (prácticamente desprovisto), Tr (trazas), SI (leve), Sm (Poco), Mt (modesto) Md (moderado), SIa (levemente abundante), MdA (moderadamente abundante).

2.5. Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante tests paramétricos y no paramétricos con los paquetes estadísticos SAS 2007; Statgraphics plus 5.1, 2001; y SPSS v.16, 2007.

Se construyó un índice multicriterio de Temperamento, con los resultados de los tres test realizados (Analytic Hierarchy Process, Saaty, 1980). Dentro del índice, en este caso se le otorgó la misma importancia a FT que a CS.

Se utilizaron modelos mixtos ajustados por medidas repetidas, para estudiar la evolución de los metabolitos y hormonas asociados al estrés durante el período experimental y en las diferentes etapas pre faena (PROC MIXED, SAS System); PROC GLIMMIX, The SAS System v 9.1.3). Se utilizaron test no paramétricos (Mann-Whitney) para analizar el efecto del tiempo de espera sobre el comportamiento. También se realizaron test de hipótesis (contrastes de proporciones binomiales) para comparar la frecuencia de comportamientos negativos de ambos grupos de faena dentro de cada hora de espera en corrales de frigorífico, así como la evolución de esas conductas a lo largo de la espera.

Se utilizaron modelos lineales generalizados para estudiar el efecto de la espera y el temperamento sobre la calidad de la canal y la carne (PROC GLM; SAS, 2007). Los datos de pH y temperatura fueron analizados con el procedimiento GLIMMIX del SAS, mediante un modelo mixto de medidas repetidas, con uso del método de máxima verosimilitud restringida. En todos los casos se consideraron las interacciones y cuando no eran significativas, eran removidas del modelo estadístico.

Se realizaron diversos análisis de regresión y correlación (PROC REG y PROC CORR; SAS, 2007) entre variables productivas, fisiológicas, temperamentales y de calidad. Las medias fueron comparadas por el procedimiento LSMEANS (SAS, 2007).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Temperamento

Los animales mostraron un temperamento muy tranquilo, sin diferencias entre tratamientos ($73,4 \pm 3,1$ en T1 y $74,4 \pm 3,2$ en T2; $P > 0,05$). Es importante destacar que en el Año 2 la totalidad de los novillos son de raza Hereford y que estos valores son similares a los registrados para novillos Hereford en el Año 1 y en otros experimentos desarrollados por este equipo de trabajo. Las diferencias genéticas en cuanto a docilidad o excitabilidad del ganado bovino ya han sido discutidas en el Año 1. Algunos autores han reportado incluso que la raza Hereford sería la más dócil dentro de las razas británicas (Stricklin *et al.*, 1980; Tulloh, 1961).

3.2. Indicadores fisiológicos

Cortisol

Los animales del Tratamiento 1 (espera de 15 horas), no mostraron diferencias en la concentración de cortisol en sangre luego del transporte, ni luego de la espera en corrales de frigorífico, respecto a los valores basales (Cuadro 1, $P < 0,05$). Esto podría estar indicando que ni el transporte ni la espera fueron percibidos como eventos estresantes por estos animales. Al igual que en el Año 1, los resultados de este tratamiento sugieren que la respuesta psicológica frente al estrés del transporte, podría reducirse e incluso minimizarse, a través del cumplimiento de adecuadas medidas de manejo (buenas condiciones del camión y calidad de la conducción, respeto de la carga recomendada, manejo correcto durante la carga y la descarga, entre otros).

Sin embargo, en este Año 2, los animales del Tratamiento 2 tuvieron un leve incremento de los niveles de cortisol luego del transporte, que si bien fue significativo, no reviste gran importancia desde el punto de vista biológico, volviendo a los valores basales durante la espera en corrales. Ese incremento de los valores de cortisol en el Tratamiento 2 podría estar explicado en parte por el horario inusual en que se realizaron tanto el embarque con luz artificial (1:30 am) como el viaje (de 1:45 a 5:45 am), de forma de cumplir con las horas de faena establecidas.

Los resultados de cortisol en sangre de ambos tratamientos luego de la espera en corrales (post espera), estarían sugiriendo que si bien los animales están ante una situación inusual y novedosa, las buenas condiciones de esa espera y el adecuado manejo, pueden implicar una reducción o la inexistencia de una respuesta de estrés ante la misma.

En el Tratamiento 1, al igual que en el Año 1, el momento inmediato previo al noqueo parece ser de gran relevancia en lo que tiene que ver con la respuesta psicológica de estrés, observándose un incremento significativo de los niveles de corticosteroides en sangre en ese momento, sugiriendo un estado de estrés emocional considerable que deberá estudiarse con mayor profundidad.

No ocurrió lo mismo con los valores de cortisol previos a la faena en el Tratamiento 2, lo cual llama poderosamente la atención, considerando resultados de otros autores, resultados del Año 1 e incluso de este mismo año en el Tratamiento 1.

Creatin fosfoquinasa (CPK)

El incremento de los valores de CPK luego del transporte en ambos tratamientos (Cuadro 2, Figura 1) se atribuye a los intentos de los animales de mantener el equilibrio y la postura debido a las vibraciones y movimientos del camión, coincidiendo con resultados de diferentes autores (Van de Water *et al.*, 2003) y con los resultados del Año 1. También coincidiendo con lo observado en el Año 1 con novillos Braford y Hereford, la concentración de CPK en sangre se incrementó al doble luego del transporte y aproximadamente cuatro veces al momento del noqueo en ambos tratamientos.

Es de destacar que los valores de CPK en sangre, aumentan durante la espera en el Tratamiento 2. Si bien los novillos del tratamiento 1 (espera de 15 horas) tuvieron una mayor frecuencia de comportamientos negativos durante las primeras horas como se verá más adelante, éstos tuvieron luego posibilidades de recuperarse y descansar du-

Cuadro 1. Resultados medios (\pm EP) de cortisol en los diferentes momentos pre faena para cada tratamiento.

Cortisol (nm/L)	Valor basal	Post transporte	Post espera	Degüello
T1 – 12 horas	41,66 ^{ba} \pm 0,26	40,28 ^{ba} \pm 0,25	55,18 ^{ba} \pm 0,25	96,01 ^{aa} \pm 0,25
T2 – 3 horas	31,18 ^{ba} \pm 0,27	53,80 ^{aa} \pm 0,26	42,21 ^{ab} \pm 0,25	31,73 ^{bb} \pm 0,25

Valores seguidos de letras diferentes en la misma línea (a, b) o en la misma columna (A, B) representan diferencias significativa ($P < 0,05$) entre momentos y entre tratamientos, respectivamente.

Cuadro 2. Resultados medios (\pm EP) de CPK (logn) en los diferentes momentos pre faena para cada tratamiento.

CPK (U/L)	Valor basal		Post transporte		Post espera		Degüello	
	Media	logn	Media	logn	Media	logn	Media	Logn
T1	137 \pm 0,1	4,9 ^{ca} \pm 0,1	235 \pm 0,1	5,6 ^{ba} \pm 0,1	226 \pm 0,1	5,6 ^{ba} \pm 0,1	365 \pm ,1	6,1 ^{aa} \pm 0,1
T2	129 \pm 0,1	4,8 ^{da} \pm 0,1	237 \pm 0,1	5,4 ^{ca} \pm 0,1	291 \pm 0,1	5,7 ^{ba} \pm 0,1	513 \pm 0,1	6,1 ^{aa} \pm 0,1

Valores seguidos de letras diferentes en la misma línea (a, b) o en la misma columna (A, B) representan diferencias significativa ($P < 0,05$) entre momentos y entre tratamientos, respectivamente.

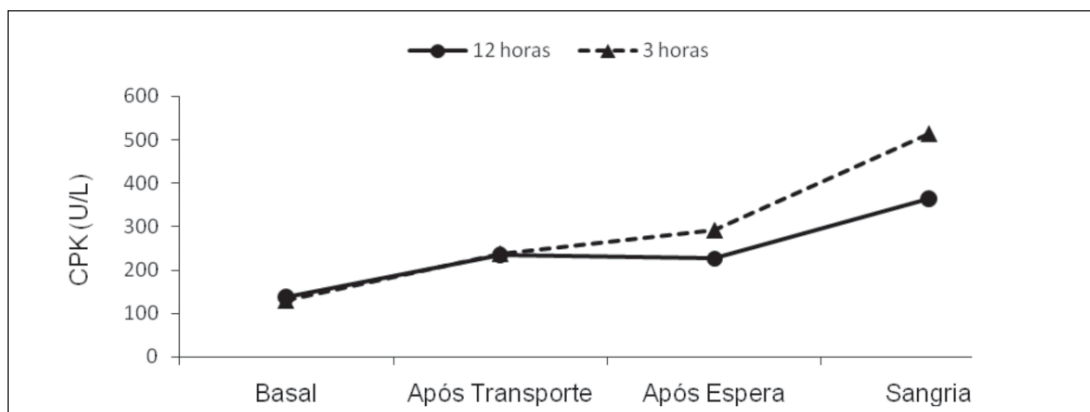


Figura 1. Evolución de CPK en los diferentes momentos previos a la faena y en los diferentes tratamientos.

rante la noche, mientras que los novillos de la espera corta, entran a faena estando aún alterados o sin haberse adaptado al nuevo entorno. Ello también se ve reflejado en el mayor incremento de los valores de CPK al noqueo en el Tratamiento 2 (espera corta).

Ácidos grasos libres (AGL)

En lo que tiene que ver con AGL, fueron encontrados efectos del tratamiento, el momento y la interacción entre ellos (P=0,0002; P<0,0001; P<0,0001, respectivamente). Los animales del Tratamiento de 12 horas de espera, mostraron valores de AGL mayores que en el Tratamiento de 3 horas, luego del transporte, luego de la espera y al momento de la sangría (P<0,05).

El incremento de los valores de AGL luego de la espera en corrales en el Tratamiento 1 (Cuadro 3), ocurre debido a una necesaria movilización de reservas para el mantenimiento de la homeostasis, probablemente sumado al estrés ocasionado por el entorno o nuevo ambiente. Sin embargo, la actividad

del eje adrenocorticotrópico no incrementó luego de la espera y no presentó diferencias entre ambos grupos. Es así que los resultados fisiológicos no permiten concluir que el grupo de espera de 15 horas haya tenido un mayor nivel de sufrimiento durante la misma.

Los valores de AGL aumentaron en ambos grupos luego del transporte, siendo mayores en el Tratamiento de espera de 12 horas. Estos resultados post transporte, son consistentes con los reportados en el Año 1 y por Earley *et al.* (2012). Como también puede observarse en el Cuadro 3 y al igual que lo observado en el Año 1, los valores de AGL luego de la espera se incrementaron en el Tratamiento de 12 horas. El mayor tiempo de ayuno al que estuvieron sometidos estos animales, provocó una mayor movilización de las reservas energéticas. Resultados semejantes fueron encontrados por Jarvis *et al.* (1996) observándose un efecto significativo sobre a la concentración plasmática de AGL, de la espera durante la noche en comparación con la faena realizada el mismo día de llegada a frigorífico.

Cuadro 3. Resultados medios (± EP) de AGL en los diferentes momentos pre faena para cada tratamiento.

AGL (mmol/L)	Valor basal	Post transporte	Post espera	Degüello
T1 – 12 horas	0,29 ^{dA} ±0,04	0,61 ^{bA} ±0,03	0,76 ^{aA} ±0,03	0,46 ^{cA} ±0,03
T2 – 3 horas	0,32 ^{bA} ±0,04	0,44 ^{aB} ±0,03	0,49 ^{aB} ±0,03	0,26 ^{bB} ±0,03

Valores seguidos de letras diferentes en la misma línea (a, b) o en la misma columna (A, B) representan diferencias significativa (P<0,05) entre momentos y entre tratamientos, respectivamente.

Beta hidroxibutirato (BHB)

Los diferentes tiempos de espera no afectaron la concentración de BHB. Sin embargo, se puede observar los animales de ambos Tratamientos incrementaron los valores de este indicador después del transporte, al igual que ocurría con AGL. Sin embargo, se considera que probablemente, el ayuno no fue lo suficientemente extenso como para que ocurran incrementos importantes en la concentración de cuerpos cetónicos, ni diferencias entre tratamientos, en los tiempos manejados en este experimento.

Comportamiento

En la Figura 2 puede verse la evolución de las diferentes posturas y eventos en el Tratamiento de 12 horas. Es importante destacar que se observa una alta frecuencia de rumia desde el inicio, manteniéndose con una alta frecuencia hasta la hora 9. Estos resultados coinciden con los observados en el Año 1 en que se registró rumia hasta la hora 7 en corrales.

Para la rumia, hubo efecto del tratamiento ($P < 0,0001$) y del tiempo u hora de espera ($P = 0,0016$). En la Figura 3 se observa la evolución de esta conducta específica para ambos Tratamientos.

La frecuencia de rumia en las tres primeras horas en corrales de frigorífico, fue mayor en la espera de 3 horas, lo que puede estar explicado por los últimos horarios de alimentación de cada grupo, planificados para alcanzar las horas de espera estipuladas. El de 3 horas aprovechó el pico de pastoreo de la tardcecita y se mantuvo pastoreando hasta la madrugada, mientras que el de 12 horas, es embarcado a la tarde, no pudiendo realizar el pico de pastoreo vespertino. A pesar de que el ayuno sería tan prolongado en el grupo de espera larga, se desea destacar que se observaron altas frecuencias de rumia, hasta las 9 horas de espera en corrales. La frecuencia aumenta entre las 4 y las 7 horas de espera, comenzando a disminuir a partir de las 10 horas de espera, probablemente debido al mayor movimiento que empieza a ocurrir en la mañana en la planta de faena.

En síntesis, se observa una alta frecuencia de rumia hasta la décima hora en corrales. Es importante considerar que a estas 9-10 horas se le debe sumar las 5 horas del transporte y las 2 horas de encierro previo al embarque (16 horas, 14 horas en el Año 1). De acuerdo a los resultados de estos experimentos y considerando que el tiempo de espera promedio en las plantas frigoríficas

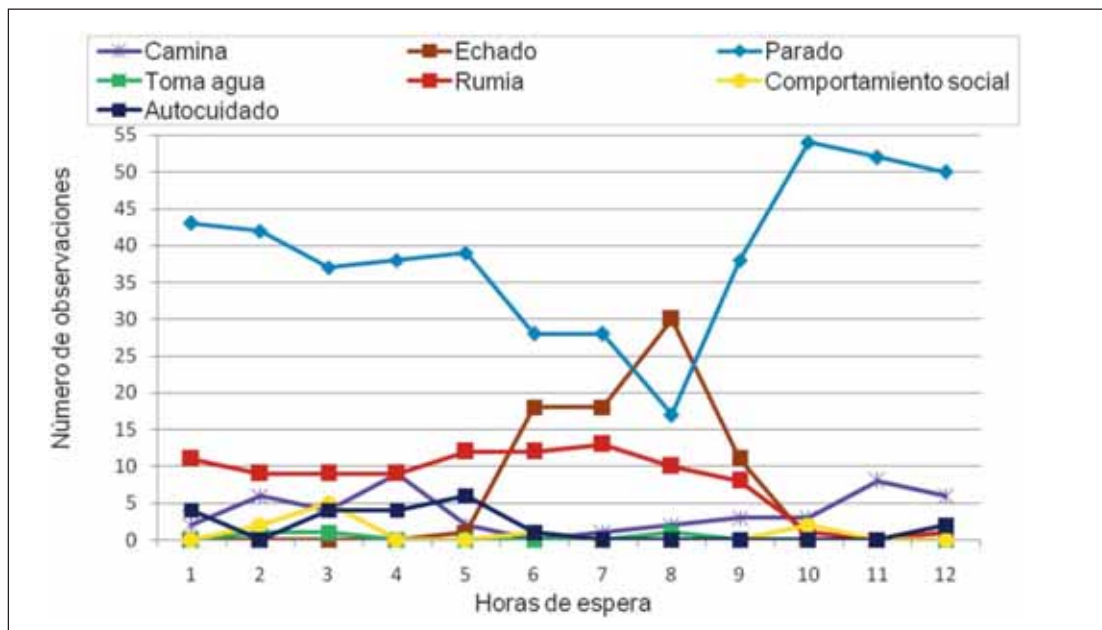


Figura 2. Frecuencia de los diferentes comportamientos en cada hora de espera, para el Tratamiento de 12 horas.

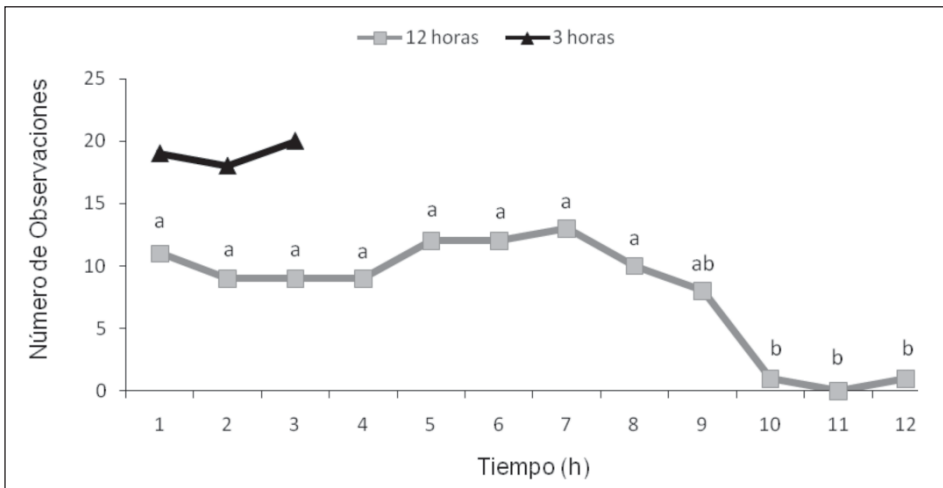


Figura 3. Evolución de la frecuencia de observaciones de rumia en función del tiempo, para los dos Tratamientos. Letras diferentes (a, b) representan diferencia significativa ($P < 0,05$) entre horas dentro de cada tratamiento.

del Uruguay es de 12 horas, este tiempo no sería suficiente para que aparezca la sensación de hambre por lo que no sería necesario alimentar a los bovinos en planta frigorífica, desde el punto del Bienestar Animal.

Comportamientos negativos

Los animales de espera larga tuvieron un mayor número de comportamientos agonísticos o negativos durante las primeras 3 horas de espera, período en que es posible comparar ambos grupos (Figura 4). Sin embargo tal como se mencionó al analizar los indicadores

fisiológicos, esta mayor frecuencia de comportamientos negativos, no se vio reflejada en los valores de cortisol ni de CPK, variables para las cuales no hubo diferencias entre tratamientos luego de la espera.

Se destaca que en este Año 2, la frecuencia de comportamientos negativos durante la primera hora en corrales, fue notoriamente menor a la registrada en el Año 1 para ambos tratamientos (Año1: T1-62 y T2- 54; Año 2: T1- 24 y T2- 8). Si bien de por sí la ocurrencia de comportamientos negativos estaría indicando falta de bienestar, conside-

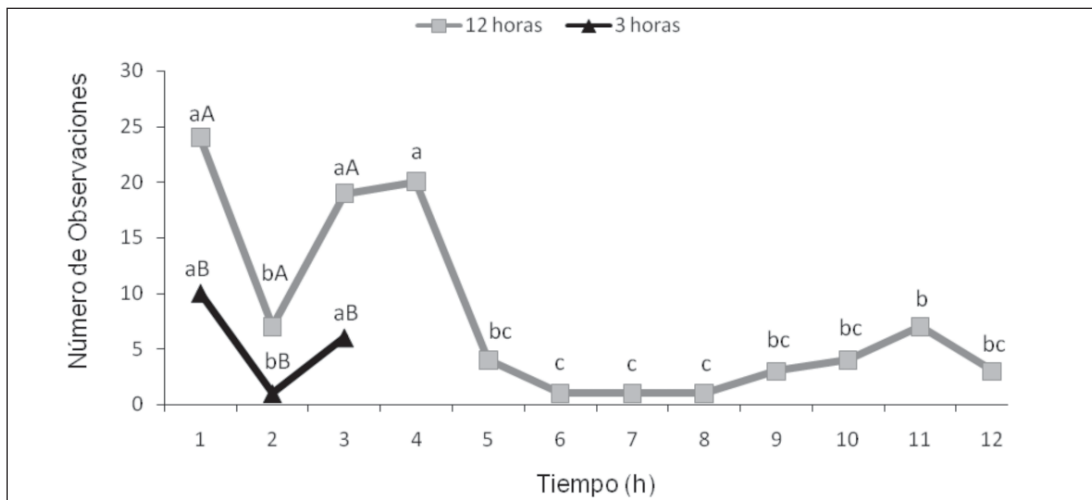


Figura 4. Número de peleas durante la primera hora en corrales de espera para ambos Grupo de Faena, y durante las horas consecutivas para el Grupo de 12 horas. Letras diferentes (a, b) y (A, B) representan diferencias significativas ($P < 0,05$) entre horas en cada tratamiento y entre tratamientos en una misma hora, respectivamente.

rando que es una situación novedosa, el relativo bajo número de eventos registrados y los valores de los indicadores fisiológicos de estrés; sería posible afirmar que constituyeron un esfuerzo natural de los animales para adaptarse al nuevo entorno, sin llegar a afectar su bienestar.

La frecuencia de esta actividad en las horas consecutivas (en el grupo de espera larga) fue comparada luego con la frecuencia de peleas durante la primera hora. Los resultados de cada comparación de proporciones binomiales, muestra que la frecuencia de peleas durante la primer hora fue mayor que la segunda, que la tercera, la cuarta, la quinta, la sexta y mayor también que la séptima hora de observación (Figura 4; $P < 0,05$). En base a estos resultados, es posible inferir que la primera hora fue clave en el proceso de adaptación de los animales de ambos grupos al nuevo entorno. Los animales que permanecieron en corrales se calmaron luego de la cuarta hora, por lo que podríamos suponer que los que fueron faenados a las 3 horas, se hubieran comportado de forma similar. Es posible observar en la quinta hora, que el porcentaje de peleas disminuyó ($P < 0,05$), llegando a 1,06% a las 6 horas y permaneciendo en esa media hasta las 8 horas de espera. A partir de ese momento, el porcentaje de comportamientos negativos vuelve a crecer moderadamente y a las 11 horas llega a 7,45%, cayendo nuevamente a las 12 horas. En un estudio realizado por Warriss *et al.* (1984), después de una mezcla de animales de diferentes grupos al llegar a frigorífico, la actividad de montas y peleas aumentaría ligeramente a lo largo de las primeras 8 horas, disminuyendo a partir de ese momento. El mayor tiempo dedicado a comportamientos negativos del trabajo de Warriss *et al.* (1984), probablemente esté explicado por la mezcla de animales de diferentes grupos, lo cual no es recomendado ni realizado en las condiciones comerciales de nuestro país.

En el tratamiento de espera más corta (3 horas), 58,82% de las montas y peleas ocurrieron en la primera hora. Hubo una caída brusca en la segunda hora con apenas 5,88% de las observaciones de este comportamiento

y a las 3 horas, el porcentaje aumentó llegando a 35,30%. Como es posible observar en la Figura 4, las frecuencias son menores ($P < 0,05$) en este grupo cuando es comparado a la espera larga.

De los resultados de ambos años podríamos concluir entonces que la primera hora es clave para lograr la adaptación y que los animales se tranquilizan entre la segunda (Año 1) y la quinta hora de espera (Año 2), en corrales de frigorífico. A su vez, estos resultados indicarían que son necesarias más de 4 horas previo a la faena en corrales, lo cual permitiría que los animales se recuperen del posible estrés del transporte, se adapten al nuevo entorno, que se detenga el consumo de glucógeno del músculo y asegurar un adecuado proceso de transformación del músculo en carne.

Determinaciones en Canal y Carne

Peso de canal caliente y peso de corte pistola

No se registraron diferencias en el PCC ni en el CP debidas al tiempo de espera ($P > 0,05$). Estos resultados coinciden con los reportados en el Año 1 y por otros autores, argumentando que durante las 24 a 48 horas de ayuno pre faena, la mayoría de las pérdidas de peso son debidas a la excreción del contenido del tracto gastrointestinal y de orina. Cuando el ayuno excede las 48 horas (alimento y agua), comienza el catabolismo de tejidos y la deshidratación, contribuyendo de esta forma a las pérdidas de peso no deseadas (Ferguson y Warner, 2008).

pH

No se registraron diferencias entre tratamientos en los valores de pH de cada momento durante el descenso (Figura 5, $P > 0,05$) ni en los valores de pH final (Cuadro 4, $P > 0,05$). A las 24 horas *pm* ambos tratamientos presentaban valores de pH menores a 5,8.

Desde el punto de vista de las características tecnológicas de la carne, tiene tanta importancia el valor del pH final, como la tasa de descenso del mismo.

Estos resultados no coinciden con lo reportado en el Año 1, en que el Grupo de

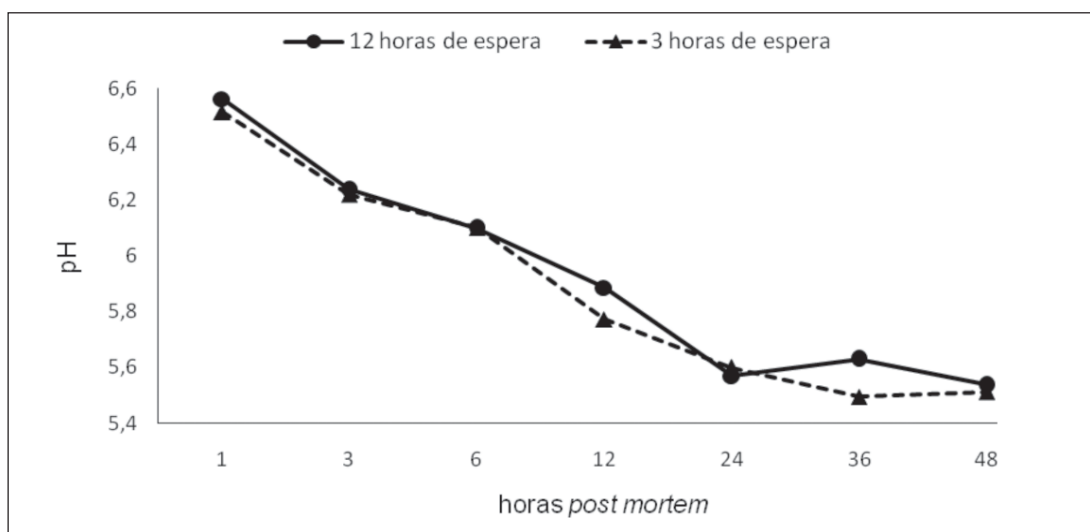


Figura 5. Curva de descenso de pH en diferentes horas *post mortem* para los dos tiempos de espera evaluados.

Cuadro 4. Efecto de la espera en la Tasa de descenso de pH. Resultados medios (\pm EP) del pH medido en el músculo *Longissimus thoracis y lumborum* en los diferentes momentos de evaluación *post mortem*, para los dos Tratamientos.

Ph	Tiempo de Espera		
	12 h	3 h	P valor
1h	6,56 \pm 0,05	6,52 \pm 0,05	0,51
3h	6,24 \pm 0,05	6,22 \pm 0,05	0,82
6h	6,10 \pm 0,05	6,10 \pm 0,05	0,98
12h	5,89 \pm 0,05	5,77 \pm 0,05	0,10
24h	5,57 \pm 0,05	5,60 \pm 0,05	0,67
36h	5,63 \pm 0,05	5,49 \pm 0,05	0,06
48h	5,54 \pm 0,05	5,51 \pm 0,05	0,73

3 horas presentó mayores valores de pH final. Es importante mencionar que en el Año 1 la mitad de los animales de cada tratamiento, eran de raza Braford. Las diferencias genéticas de temperamento observadas por diversos autores como Burrow (1997), podrían provocar una respuesta biológica de estrés mayor en los animales más temperamentales, explicando en parte los altos valores de pH que ocurrieron en la espera de 3 horas en el Año 1.

Por otra parte y lo que también podría explicar estas diferencias entre años, es que en el Año 1, los animales llegaron a planta de faena a las hora 11, siendo faenados a la hora 14. Es decir la espera se desarrolló en el horario de mayor actividad/ruidos/traslado

hacia el cajón de noqueo, en planta frigorífica. En el Año 2, los animales llegaron a la hora 3 a planta, siendo faenados a la hora 6.

Glucógeno

El contenido de glucógeno fue diferente entre los dos tratamientos ($P < 0,001$), con valores de medias (\pm EP) de 11,1 \pm 0,47 mg/g en los animales que permanecieron 12 horas y de 3,58 \pm 0,56 mg/g para los de la espera de 3 horas. La diferencia en la frecuencia de comportamientos negativos entre el tratamiento 1 y el tratamiento 2 en las primeras horas, podría explicar las diferencias encontradas en las reservas de glucógeno del músculo. A pesar de la mayor frecuencia de comportamientos negativos en el tratamien-

to 1, el descanso podría haber permitido que los animales repusieran o detuvieran el consumo de glucógeno del músculo. Los animales que permanecieron 3 horas en los corrales de espera, probablemente debido a la imposibilidad de descansar y recuperarse, vieron más comprometidas esas reservas. Por otra parte, el hecho de que este Grupo de faena esperara en corrales durante horas del día (mayor movimiento y ruido en la planta de faena), puede haber contribuido a un mayor consumo de las reservas energéticas del músculo.

A pesar de estas diferencias en la concentración de glucógeno, las reservas existentes en el tratamiento 2 fueron suficientes para asegurar una adecuada tasa de descenso de pH y un correcto proceso de transformación de músculo a carne. Sin embargo, bajos niveles de glucógeno pueden estar mostrando situaciones de estrés. Según Brown *et al.* (1990) el glucógeno es muy sensible, pudiendo ser utilizado como un indicador de estrés. Según estos autores, concentraciones de glucógeno muscular menores a 8-9 mg/g podrían causar pH elevados y valores inferiores a 4-5 mg/g podrían ocasionar un corte oscuro. Estudios realizados por este autor, también muestran que con valores de pH por debajo de lo recomendado (30 % de los animales; Brown *et al.*, 1990), no se afectó la calidad del producto final. Sin embargo, destaca que si estos animales fueran sometidos a un pequeño esfuerzo o estrés adicional, se podría ver afectada la concentración de glucógeno y el pH final. Se destaca que esto es aún más probable en animales que provienen de sistemas más extensivos en que el contacto con el hombre es menos frecuente y todas las condiciones pre faena podrían resultar más novedosas o estresantes. Además de ello, según Muir *et al.* (1998) los animales alimentados a pasturas son más susceptibles al estrés pre faena, por presentar ya de antemano menores concentraciones de glucógeno muscular que los animales alimentados en base a granos. En ese sentido, independientemente del pH final, se debe prestar especial atención a en lo que tiene que ver con el estrés pre faena y el bienestar de los animales en esta etapa.

Color y Fuerza de corte

No se registraron diferencias en el color de la carne (L^* , a^* y b^*) ni en la Fuerza de corte, debidas al tiempo de espera pre faena (Cuadro 5; $P > 0,05$).

El manejo de los animales en los períodos previos al sacrificio, incluyendo el tiempo de espera, podría haber influido sobre el color, a través de su efecto sobre el pH de la canal (Tarrant, 1988; Warris, 1990). Sin embargo, a pesar las diferencias registradas en el contenido de glucógeno entre ambos tratamientos, esto no se vio reflejado en el pH de la canal tal como fue mencionado, ni el color de la carne. Las diferencias de color en los Grupos de faena del Año 1, probablemente fueron debidas a las diferencias de pH de la canal, considerando la relación inversa que existe entre el pH final y el color de la carne.

En lo que tiene que ver con terneza, estos resultados son consistentes con los reportados por Ferguson *et al.* (2007) donde compraban 3 y 18 horas de espera en animales confinados y no encontraron diferencias en los valores de la Fuerza de corte. Sin embargo, estos resultados no coinciden con los del Año 1, en que se observó que el tiempo de espera corto tuvo un efecto negativo sobre la FC.

El descanso durante la noche podría haber permitido que los animales repusieran o detuvieran el consumo de glucógeno del músculo, con un efecto positivo tanto sobre el color como sobre la terneza de la carne. Se destaca que estos valores de fuerza de corte entre 3 y 4 kg, corresponden a carnes consideradas muy tiernas, según la clasificación de Olson (2002).

Al igual que en el Año 1, no se observaron efectos del tiempo de espera en corrales ni del temperamento individual sobre las pérdidas por cocción. El grado de marbling (marmoreo) de la carne tampoco presentó diferencias entre grupos de faena ($P > 0,05$), encontrándose mayoritariamente dentro de la categoría Trazas.

En lo relativo al tiempo de espera en corrales, los resultados de este trabajo permite concluir que el hecho de haberles otorga-

Cuadro 5. Resultados medios (\pm EP) de color de la carne y Fuerza de corte en cada Tratamiento.

Tratamiento	L*	a*	b*	FC ¹
12 horas	29,53 \pm 0,30	13,14 \pm 0,27	5,36 \pm 0,16	3,71 \pm 0,29
3 horas	29,32 \pm 0,30	12,87 \pm 0,27	4,94 \pm 0,16	3,95 \pm 0,29
P valor	0,6373	0,5001	0,0648	0,5758

¹FC = fuerza de corte (kgf).

do buenas condiciones de espera y un ambiente calmo, permitió que los animales de 15 horas pudieran descansar durante la noche, eventualmente detener o recobrar los niveles de glucógeno del músculo, logrando adecuados descensos de pH y asegurando tanto un adecuado BA, como una buena calidad de carne.

Esas buenas condiciones de espera, aún con esperas cortas y a pesar de implicar un mayor consumo de reservas de glucógeno del músculo sin posibilidades de descanso y recuperación antes de la faena, no serían suficientes como para afectar en forma negativa la calidad de la canal y la carne. Sin embargo, podríamos inferir que serían bueno que tuvieran esas oportunidad, por lo que horarios entre 4 y 15 horas serían adecuados tanto desde el punto de vista de BA como de calidad de carne.

De acuerdo a los resultados de este Experimento, una espera de 3 horas en corrales de frigorífico, luego de un viaje relativamente corto (4 horas) y en animales que han mostrado algún signo de estrés, podría afectar el bienestar animal pero no afectaría la calidad de la carne.

4. CONSIDERACIONES FINALES

- Los efectos negativos del transporte pueden minimizarse con Buenas Prácticas de Manejo.
- El temperamento no disminuye la respuesta fisiológica de estrés pre faena, aún en animales muy dóciles.
- Animales provenientes de pastura y con tiempos de transporte relativamente cortos, muestran altas frecuencias de rumia hasta las 9 horas de espera en corrales de frigorífico.

- La primera hora en corrales es la más crítica en relación a la adaptación al nuevo ambiente.
- Esperas de entre 3 y 12 horas en buenas condiciones y tratándose de animales dóciles, permitirían que los animales se adaptaran al nuevo entorno no comprometiéndolo su bienestar, ni la calidad de la canal y de la carne.

5. CONSIDERACIONES FINALES GENERALES

- La aplicación de Buenas Prácticas de Manejo en distintas etapas de la cadena es de gran relevancia, especialmente con animales de temperamento excitable.
- Los animales con componente *Bos indicus*, en este caso Braford, son más excitables que los de razas británicas como el Hereford.
- El temperamento presenta un impacto sobre la productividad, sobre la respuesta individual de los novillos frente a las diferentes situaciones de estrés pre faena y puede afectar la terneza de la carne, especialmente cuando se trabaja con animales genéticamente excitables.
- Los efectos negativos del transporte pueden minimizarse con Buenas Prácticas de Manejo.
- La primera hora en corrales de frigorífico, es la más crítica en relación a la adaptación de los novillos al ambiente.
- En base a las observaciones de rumia, se considera que el tiempo de espera promedio en las plantas de faena de bovinos en Uruguay, no sería suficien-

te como para provocar la sensación de hambre, por lo que no sería necesario alimentarlos.

- En las condiciones del Uruguay (viajes relativamente cortos y de relativa corta distancia) no se recomendaría la faena de los animales apenas llegaran a planta frigorífica.
- Esperas de 3 horas o menos, especialmente con animales que presentan indicios de estrés, podrían comprometer el Bienestar Animal y la calidad de la carne.
- Se considera que debería existir una espera de entre 4 y 12 horas durante la noche, de forma de que los animales puedan adaptarse al nuevo entorno y descansar previo a la faena, funcionando como un seguro para el bienestar animal y para asegurar un adecuado proceso de transformación de músculo a carne.
- La suplementación a bajos niveles incrementó el peso del Corte Pistola y los cortes valiosos del trasero, sin mejorar el rendimiento de carne.
- La suplementación a bajos niveles no presenta efecto negativo sobre la calidad de carne.
- La raza Braford muestra mayor Peso de canal caliente y un mayor rendimiento de carne que la Hereford, cuando ambas razas se comparan a una misma edad cronológica.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANISMAN, H.** 2002. Stress, immunity, cytokines and depresión. *Acta Neuropsychiatrica*, 14: 251-261.
- BAVERA, G. A.; PEÑAFORT, C.** 2006. Castración de machos y hembras. Cursos de producción Bovina de Carne. Consultado 04 mar. 2014 de: www.produccionanimal.com.ar
- BRETSCHNEIDER, G.** 2005. Effects of age and method of castration on performance and stress response of beef male cattle: A review. *Livestock Production Science*, 97: 89–100.
- BRITO, G.; PITTALUGA, O.** 2002. Incorporación de genética cebuina: II. Efecto en la calidad del producto en Braford. Resultados preliminares. En: Seminario de actualización técnica: cruzamientos en bovinos para carne, INIA Tacuarembó. Montevideo: INIA. p. 69-80. (Serie Actividades de Difusión; 295).
- BRITO, G.; SAN JULIÁN, R.; LAGOMARSINO, X.** 2011. Segunda auditoría de calidad de carne vacuna del Uruguay, INIA Tacuarembó. Montevideo: INIA. 92 p. (Serie Técnica; 185).
- BROOM, D. M.** 2003. Causes of poor welfare in large animals during transport. *Veterinary Research Communications*, 27(1): 515-518.
- BROOM, D.M.; JOHNSON, K.G.** 1993. Stress and animal welfare. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 212 p. (Chapman and Hall Animal Behaviour Series)
- BROWN, S. N.; BEVIS, E. A.; WARRISS, P.D.** 1990. An estimate of the incidence of dark cutting beef in the United Kingdom. *Meat Science*, 27: 249-258.
- BURROW HM.** 1997. Measurements of temperament and their relationships with performance traits of beef cattle. *Animal Breeding Abstracts*, 65: 477-495
- BURROW, H.M.; SHORTHORSE, W.R.; STARK, J.L.** 1999. Relationships between temperament and carcass and meat quality attributes of tropical beef cattle. *Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, 13: 227-230 .
- CARÁMBULA, M.** 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo: Hemisferio Sur. 524 p.
- CURLEY, K.O.; NEUENDORFF, D.A.; LEWIS, A.W.; CLEERE, J.J.; WELSH, T.H.; RANDEL, R.D.** 2008. Functional characteristics of the bovine hypothalamic–pituitary–adrenal axis vary with tempera.ment. *Hormones and Behavior*, 53: 20-27.
- DANTZER, R.; MORMEDE, P.** 1983. Stress in farm animals: a need for reevaluation. *J. Anim. Sci.*, 57: 6-18.
- DEFRA.** 2003. Code of recommendations for the welfare of livestock: cattle. London: DEFRA. 39 p.

- DEL CAMPO, M.** 2006. Bienestar animal: ¿Un tema de moda? Revista INIA, 9: 7-12.
- DEL CAMPO, M.; MONTOSI, F.** 2007. 1^{er}. Congreso Internacional sobre Bienestar Animal en Uruguay. Revista INIA, 11: 44-45.
- DEL CAMPO, M.** 2008. El bienestar animal y la calidad de carne de novillos en Uruguay con diferentes sistemas de terminación y manejo previo a la faena. Ph.D. Tesis, Valencia (ES), Universidad Politécnica de Valencia. 202 p.
- DEL CAMPO, M.** 2010. Bienestar animal y calidad de carne. Avances de la Investigación en Uruguay. En: SEMINARIO DE ACTUALIZACIÓN TÉCNICA EN CALIDAD DE CARNES (Tacuarembó, Uruguay). 2010. Calidad de carnes. Módulo producción de carne de calidad. [CD-Rom]. Montevideo, UY, INIA.
- DRANSFIELD, E.; NUTE, G.R.; ROBERTS, T.A.; BOCCARD, R.; TOURAILLE, C.; BUCHTER, L.; CASTEELS, M.; COSENTINO, E.; HOOD, D.E.; JOSEPH, R.L.; SCHON, Y.; PAARDEDOPER, E.J.C.** 1984. Beef quality assessed at European research centres. Meat Science, 1: 1-10.
- EARLEY, B.; MURRAY, M.; PRENDIVILLE, D.J.; PINTADO, B.; BORQUE, C.; CANALI, E.** 2012. The effects of transport by road and sea on physiology, immunity and behaviour of beef cattle. Res. Vet. Sci., 92:531-541.
- FEDERATION OF ANIMAL SCIENCE SOCIETIES.** 2010. Guide for the care and use of agricultural animals in research and teaching. Champaign: FASS. 169 p.
- FAULKNER, D.B.; EURELL, T.; TRANQUILLI, W.J.; OTT, R.S.; OHL, M.W.; CMARIK, G.F.; ZINN, G.** 1992. Performance and health of weanling bulls after butorphanol and xylazine administration at castration. J. Anim. Sci., 70: 2970-2974.
- FELL, L.R.; WELLS, R.; SHUTT, D.A.** 1986. Stress in calves castrated surgically or by the application of rubber rings. Aust. Vet. J., 63, 16-18.
- FERGUSON, D. M.; SHAW, F.D.; STARK, J.L.** 2007. Effect of reduced lairage duration on beef quality. Aust. J. Exp. Agr., 47: 770-773.
- FERGUSON, D.M.; WARNER, R.D.** 2008. Review: Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? Meat Science, 80: 12-19.
- FISHER, A.D.; CROWE, M.A., ALONSO DE LA VARGA, M.E.; ENRIGHT, W.J.** 1996. Effect of castration method and the provision of local anesthesia on plasma cortisol, scrotal circumference, growth, and feed intake of bull calves. J. Anim. Sci., 74: 2336-2343.
- FISHER, A.D.; KNIGHT, T.W.; COSGROVE, G.P.; DEATH, A.F.; ANDERSON, C.B.; DUGANZICH, D.M.; MATTHEWS, L.R.** 2001. Effects of surgical or banding castration on stress responses and behaviour of bulls. Aust. Vet. J., 79: 279-284.
- FORDYCE, G.; DODT, R.M.; WYTHES, J.R.** 1988. Cattle temperaments in extensive beef herds in northern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture, 28: 683.
- FRANCO, J.** 2008. Importancia de los factores productivos, tecnológicos y de manejo en la calidad de la canal y de la carne vacuna. En: Introducción a la ciencia de la carne. Montevideo: Hemisferio Sur. p. 303-306.
- GARCÍA SACRISTÁN, A.** 1995. Fisiología veterinaria. Madrid: Interamericana McGraw-Hill. 1074 p.
- GRANDIN, T.** 1997. Assesment of stress during handling and transport. Journal of Animal Science, 75: 249-257.
- HANDWERKER, H.O.; REEH, P.W.** 1991. Pain and inflammation. En: Bond, M.R.; Charlton, J.E.; Woolf, C.J. (ed.). WORLD CONGRESS OF PAIN (5o., Amsterdam, Holanda). 1991. Proceedings. Bond, M.R.; Charlton, J.E.; Woolf, C.J. (eds.), Amsterdam, NL. Elsevier. p. 59-70.
- HARTUNG, G.** 2003. Effects of transport on health of farm animals. Veterinary Research Communications, 27(1): 525-527.
- HONIKEL, K.O.** 1998. Recommendation of an initial group of reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. En: PROCEEDINGS (44o.). ICOMST. p. 608-609.
- HOWARD, A; LAWRIE, R.A.** 1956. Spec. Rept. Fd. Invest. Bd., Lond., No. 68.

- IMMONEN, K.; SCHAEFER, D.M.; PUOLANNE, E.; KAU R.G.; NORDHEIM, E.V.** 2000. The relative effect of dietary energy density on repleted and resting muscle glycogen concentrations. *Meat Science*, 54: 155-162..
- ISHIWATA, T; UETAKE, K.; EGUCHI, Y.; TANAKA, T.** 2008. Physical conditions in a cattle vehicle during spring and autumn conditions in Japan, and reactions of steers to long distance transport. *Animal Science Journal*, 79(5): 620-627.
- JACOBSEN, T.; SCHAEFER, A.L.; TONG, A.K.W.; STANLEY, R.W.; JONES, S.D.M.,; ROBERTSON, W.M.; DYCK R.** 1993. The effects of transportation on carcass yield, meat quality and haematology values in electrolyte treated cattle. En: *INTERNATIONAL CONGRESS MEAT SCIENCE TECHNOLOGY* (39.; Calgary, Canadá). Proceedings. Calgary, CA. paper 52, p. 52, 11WP.
- JAGO, J.G.; MATTHEWS, L.; BASS, J.J.; KNIGHT, T.W.** 1996. A comparison of two methods of castration of post-pubertal beef cattle and their effect on behaviour, growth and ultimate pH. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.*, 56: 395-397.
- JARVIS, A. M.; HARRINGTON, D.W.J.; COCKRAM, M.S.** 1996. Effect of source and lairage on some behavioural and biochemical measurements of feed restriction and dehydration in cattle at a slaughterhouse. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 50: 83-94.
- KADEL, M.J.; JOHNSTON, D.J.; BURROW, H.M.; GRASER, H.U.; FERGUSON, D. M.** 2006. Genetics of flight time and other measures of temperament and their value as selection criteria for improving meat quality traits in tropically adapted breeds of beef cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*, 57: 1029-1035.
- KIDWELL, J.F.** 1952. *J. Hered.*, 43, 157. En: Lawrie, R.A. *Lawrie's Meat Science*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. 336 p.
- KING, B.D.; COHEN, R.D.H.; GUENTHER, C.L.; JANZEN, E.D.** 1991. The effect of age and method of castration on plasma cortisol in beef calves. *Can. J. Anim. Sci.*, 71: 257-263.
- KING D.A.; SCHUEHLE PFEIFFER, C.E.; RANDEL , R.D.; WELSH JR., T.H; OLIPHINT, R.A.; BAIRD, B.E.; CURLEY JR., K.O.; VANN, R.C.; HALE, D.S.; SAVELL, J.W.** 2006. Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass quality and beef tenderness of feedlot cattle. *Meat Science*, 74: 546-556.
- KNIGHT, T.W.; COSGROVE, G.P.; LAMBERT, M.G.; DEATH, A.F.,** 1999. Effects of method and age at castration on growth rate and meat quality of bulls. *N.Z. J. Agric. Res.*, 42: 255-268.
- KOCH, R M.; DIKEMAN, M. E.; CROUSE, J. D.** 1982. Characterization of biological types of cattle (Cycle III). III. Carcass composition, quality and palatability. *Journal of Animal Science*, 54: 35.
- KOOHMARAIE, M.** 1996. Biochemical factors regulating the toughening and tenderisation process of meat. *Meat Science*, 43: S193-S201.
- LAWRIE, R.A.** 1998. *Lawrie's Meat Science*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. 336 p.
- LE NEINDRE, P.; TRILLAT, G.; SAPA, J. ; MENISSIER, F. ; BONNET, J.N. ; CHUPIN, J.M.** 1995. Individual differences in docility of Limousin cattle. *Journal of Animal Science*, 73: 2249-2253.
- MAC DOUGALL, D.B.** 1982. Changes in the colour and opacity of meat. *Food Chemistry*, 9 (12): 75-88.
- MANTECA X; RUIZ DE LA TORRE, J.L.** 1996. Transport of extensively farmed animals. *Applied Animal Behaviour Science*, 49: 89-94.
- MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO.** 10-21p, 98-101p. URUGUAY. CIDAACDI (Canadian International Development Agency). BIO (Beef Improvement Ontario). UNIVERSITY GUELPH. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias), IPA (Instituto Plan Agropecuario), INAC (Instituto Nacional de Carnes). 2005.
- MARAHRENS, M.; VON RICHTHOFEN, I.; SCHMEIDUCH, S. ; HARTUNG, I.** 2003. Special problems of long-distance transport of cattle. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 110: 120-125.

- MARTIN, P.; BATESON, P.** 1993. Measuring Behaviour. Cambridge: Cambridge University Press.
- MCCOSKER, T.; WINKS, L.**, 1994. Phosphorus nutrition of beef cattle in Northern Australia. Brisbane: Department of Primary Industries. 86 p.
- MCKEITH, F. K.; SMITH, J. W.; SMITH, G. C.; DUTSON, T. R.; CARPENTER, Z. L.** 1985. Tenderness of major muscles from three breed-types of cattle at different times-on feed. *Meat Science*, 13:151.
- MOLONY, V.; KENT, J.E.; ROBERTSON, I.S.** 1995. Assessment of acute and chronic pain after different methods of castration of calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 46: 33-48.
- MUIR, P. D.; BEAKER, J.M.; BOWN, M.D.** 1998. Effect soforage and grain-based feeding system son beef quality: A review. *New Zealand J. Agr. Res.*, 41: 623-635.
- OLSON, T.** 2002. Valor agregado en la cadena cárnica en los E.U.A., y sus implicancias en el mejoramiento genético en bovinos de carne. En: Conference Instituto Plan agropecuario, Uruguay.
- OUALI, A.; HERRERA-MENDEZ, C.H.; COULIS, G.; BECILA, S.; BOUDJELLAL, A.C.; AUBRY, L.; SENTANDREU, M.A.** 2006. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Science*, 74(1): 44-58.
- PASSONNEAU, J.V.; LOWRY, O.H.** 1993. Enzymatic analysis: a practical guide. Totowa: The Humana Press. 403 p. (Biological methods).
- PETAJA, E.** 1983. DFD meat in reindeer meat. En: EUROPEAN CONGRESS OF MEAT RESEARCH (29o., Salsomaggiore, Italia) Proceedings. p. 117-124.
- PETHERICK, J.C.; HOLROYD, R.G.; DOOGAN, V.J.; VENUS, B.K.** 2002. Productivity, carcass and meat quality of lot-fed *Bosindicus* cross steers grouped according to temperament. *Aust. J. Expt. Agric.*, 42: 389-398.
- PETHERICK, J.C.; RUSHEN, J.** 2005. Behavioural restriction. En: Appleby, M.C.; Hughes, B.O. *Animal welfare*. Cambridge: CABI.
- PURCHAS, R. W.; YAN, X.; HARTLEY, D. G.** 1999. The influence of a period of aging on the relationship between ultimate pH and shear values of beef m. *longissimus thoracis*. *Meat Science*, 51: 135-141.
- RENERRE, M.** 1988. Quelles recommandations pour mesurer la couleur de la viande au laboratoire. *Industries Alimentaires et Agricoles*, Juin: 530.
- ROBERTSON, I.S.; KENT, J.E.; MOLONY, V.** 1994. Effect of different methods of castration on behaviour and plasma cortisol in calves of three ages. *Res. Vet. Sci.*, 56,: 8 -17.
- ROVIRA, J.** 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo: Hemisferio Sur. 288 p.
- SAATY, T.L.** 1980. Analytic hierarchy process. New York: McGrawHill.
- SAÑUDO, C.** 1992. La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina: factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. Curso Internacional de Producción Ovina. SIA, Zaragoza.
- SAÑUDO, C.** 1993. Calidad oranoléptica de la carne. En: Tecnología y calidad de los productos cárnicos. Ponencias del curso (Pamplona, 8-12 junio de 1992, España). . Pamplona: Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes.
- SAS INSTITUTE INC.** 2007. **SAS** Versión 9.1. Cary: SAS Institute Inc.
- SCHAEFER, A.L.; JONES, S.D.; STANLEY, R.W.** 1997. The use of electrolyte solutions for reducing transport stress. *Journal of Animal Science*, 75: 258-265.
- SEIDEMAN, S.C.; CROSS, H.R.; CROUSE, J.D.** 1989. Variations in the sensory properties of beef as affected by sex, condition, muscle and postmortem aging. *Journal of Food Quality*, 12: 39-58.
- SELYE, H.** 1950. Stress: The physiology and pathology of exposure to stress. Montreal: ACTA Inc., Medical Publishers.
- SELYE H.** 1956. The stress of life. New York: McGraw-Hill. 324 p.
- SENSKY, P.L.; PARR, T.; SCOTHERN, G.P.; PERRY, A.; BARDSLEY, R.G.; BUTTEY, P.J.; WOOD, J.D.; WARKUP, C.C.** 1998. Differences in the calpain enzyme system in tough and tender samples of porcine *longissimus dorsi*. *Proceedings of the British Society of Animal Science*, 16.

- STRICKLIN, W.R.; HEISLER, C.E.; WILSON, L.L.** 1980. Heritability of temperament in beef cattle. (Abstract). *Journal of Animal Science*, 51 (Suppl.1): 109-110.
- TARRANT, P. V.** 1988. Animal behaviour and environment in the dark cutting condition. En: *PROCEEDINGS OF AN AUSTRALIAN WORKSHOP* (Australia). Fabiansson, S.U.; Shorthose, W.R.; Warner, R.C. (eds.). Dark-cutting in cattle and sheep. p. 8-18. Australian Meat & Live-stock Research & Development Corporation.
- TARRANT, P.V.; KENNY, F.J.; HARRINGTON, D.** 1988. The effect of stocking density during four hour transport to slaughter on behaviour, blood constituents and carcass bruising in Friesian steers. *Meat Science*, 24: 209-222.
- TARRANT, V.; GRANDIN, T.** 1993. Cattle transport. En: Grandin, T. (ed.), *Livestock handling and transport*. Wallingford: CAB International. p. 109-126.
- TERLOUW, E.M.C.; SCHOUTEN, W.G.P.; LADEWIG, J.** 2005. Physiology. En: Appleby, M.; Hughes, B. (ed.). *Animal welfare*. CABI Publishing. p.143.
- THÜER S.; MELLEMA S.; DOHERR M. G.; WECHSLER B.; NUSS K.; STEINER A.** 2007. Effect of local anaesthesia on short- and long-term pain induced by two bloodless castration methods of calves. *Veterinary Journal*, 173:333-342.
- TULLOH, N.M.** 1961. Behaviour of cattle in yards. II. A study of temperament. *Animal Behaviour*, 9: 25-30.
- USDA**, 2007. USDA Beef Quality and Yields Scales. Official Marbling Photographs. Consultado 07 abr.2014 de: [Inhttp://www.ams.usda.gov/AMSv1.0/getfile?dDocName=STELPRD3108922](http://www.ams.usda.gov/AMSv1.0/getfile?dDocName=STELPRD3108922).
- VAN DE WATER, G.; VERJANS, F.; GEERS, R.** 2003. The effect of short distance transport under commercial conditions on the physiology of slaughter calves; pH and colour profiles of veal. *Livestock Production Science*, 82: 171-179.
- VOISINET, B.D.; GRANDIN, T.; TATUM, J.D.; O'CONNOR, S.F.; STRUTHERS, J.J.** 1997. Feedlot cattle with calm temperaments have higher average daily gain than cattle with excitable temperaments. *Journal of Animal Science*, 75: 892-896
- WARRISS, P. D.; KESTIN, S.C.; BROWN, S.N.; WILKINS, L.J.** 1984. The Time Required for Recovery from Mixing Stress in Young Bulls and the Prevention of Dark Cutting Beef. *Meat Science*, 10: 53-68.
- WARRIS, P.D.** 1990. The handling of cattle pre slaughter and its effect on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science*, 28: 171-186.
- WATANABE, A.; DALY, C. C.; DEVINE, C. E.** 1996. The effects of ultimate pH of meat on the tenderness changes during ageing. *Meat Science*, 42: 67-78.