

# BIENESTAR ANIMAL EN BOVINOS RESULTADOS EXPERIMENTALES: CASTRACIÓN DE TERNEROS

## Evaluación de las respuestas de estrés en terneros con diferentes métodos y edad a la castración: años 2009, 2010 y 2011

M. del Campo<sup>1</sup>, S. Hernández, M. Anchaño  
S. Giorello, J.M. Soares de Lima, S. Botero  
M. Ferrón, G. Freitas, F. Albernaz  
A. Rodríguez, J. Piñeiro, J. Mondragón  
J. Martínez, G. Freitas, J. Larronda  
R. Lemos, H. Márquez

### 1. OBJETIVOS

El objetivo fue valorar el efecto de diferentes métodos de castración y edad del animal al realizarla, sobre el bienestar de terneros.

Los objetivos específicos son:

- ★ Estudiar la evolución de indicadores productivos y sanitarios de terneros castrados mediante diferentes métodos y con diferente edad.
- ★ Evaluar la evolución de indicadores fisiológicos, hormonas y metabolitos relacionadas al dolor y al estrés en dichos animales.
- ★ Evaluar el comportamiento asociado a dolor, frente a diferentes métodos y edad a la castración.

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron experimentos durante tres años, con animales de diferente edad (unasemana, un mes, siete meses de edad), utilizando diferentes métodos de castración.

#### *Terneros de una semana de edad*

Se utilizaron 38 terneros de raza Hereford. Los métodos de castración evaluados se presentan en el Cuadro 1.

#### *Terneros de un mes de edad*

Se utilizaron 54 terneros, asignándose nueve animales a cada uno de los tratamientos (métodos de castración) (Cuadro 2).

#### *Terneros de 6 meses de edad*

En el Año 1 se utilizaron 36 terneros, asignándose ocho animales a cada uno de los siguientes 4 Tratamientos (métodos de castración) (Cuadro 3).

**Cuadro 1.** Tratamientos en terneros de 1 semana de edad.

Tratamiento	Método de castración
Tratamiento 1	Cuchillo + Anestesia local
Tratamiento 2	Cuchillo tradicional <sup>1</sup>
Tratamiento 3	Anillos de Goma
Tratamiento 4	Testigo sin castrar

<sup>1</sup>Cuchillo tradicional se refiere a la forma que comúnmente se realiza la castración en Uruguay, sin utilización de ningún producto mitigante de dolor.

**Cuadro 2.** Tratamientos en terneros de 1 mes de edad.

Tratamiento	Método de castración
Tratamiento 1	Cuchillo + Anestesia local + Analgesia
Tratamiento 2	Pinza de Burdizzo
Tratamiento 3	Anillos de Goma
Tratamiento 4	Cuchillo + Antiinflamatorio
Tratamiento 5	Cuchillo tradicional
Tratamiento 6	Testigo sin castrar

**Cuadro 3.** Tratamientos en terneros de 6 meses de edad.

Tratamiento	Método de castración
Tratamiento 1	Cuchillo + Anestesia local
Tratamiento 2	Cuchillo + Emasculador
Tratamiento 3	Cuchillo tradicional
Tratamiento 4	Testigo sin castrar

En el Año 2 se utilizaron 40 terneros de 6 meses de edad, asignándose ocho animales a cada uno de los tratamientos (Cuadro 4).

En el año 3 se utilizaron 60 terneros Braford. Se realizaron 6 tratamientos de diez animales cada uno (Cuadro 5).

**Cuadro 4.** Tratamientos en terneros de 6 meses de edad, Año 2.

Tratamiento	Método de castración
Tratamiento 1	Cuchillo + Anestesia local + Analgesia
Tratamiento 2	Cuchillo + Analgesia
Tratamiento 3	Cuchillo + Antiinflamatorio
Tratamiento 4	Cuchillo tradicional
Tratamiento 5	Testigo sin castrar

**Cuadro 5.** Tratamientos en terneros de 6 meses, año 3.

Tratamiento	Método de castración
Tratamiento 1	Cuchillo + Anestesia local
Tratamiento 2	Pinza de Burdizzo
Tratamiento 3	Anillos de Goma
Tratamiento 4	Cuchillo + Antiinflamatorio
Tratamiento 5	Cuchillo tradicional
Tratamiento 6	Testigo sin castrar

## 2.1. Registros realizados en todos los experimentos

### *Evolución de peso vivo*

Se registró peso vivo lleno individual de los animales al inicio de los ensayos y luego cada siete días, por un período de 52 días.

#### Resistencia al corte

En los terneros de 6 meses, se evaluó la resistencia que los terneros ponían al momento del corte del escroto en caso de utilizarse el Cuchillo (cirugía), con una escala de 0 (sin resistencia) a 3 (resistencia alta).

### *Indicadores fisiológicos*

Metabolitos y hormonas. Se extrajo una muestra de sangre a todos los individuos en diferentes momentos para el estudio de la evolución de metabolitos y hormonas relacionadas al dolor y al estrés: Cortisol - Proteínas de fase aguda (PFA) - Glucosa - Hemograma completo (solamente en terneros de 6 meses).

Las PFA son un grupo de proteínas que cambian su concentración en sangre de animales que son sometidos a desafíos internos o externos tales como infecciones, inflamación, traumas derivados de cirugías o situaciones de estrés y este incremento refleja una reacción típica del organismo ante un proceso inflamatorio post cirugía.

Dichas extracciones se realizaron:

- previo a la castración (valores basales)
- luego de efectuado el procedimiento (120 minutos)
- luego de 6 horas de efectuado el procedimiento (en los animales de un mes

de edad no se realizaron a y b sino una intermedia a las cuatro horas luego de la castración)

- a las 24 horas
- a las 48 horas de realizado el procedimiento
- a los siete días luego de la castración y posteriormente cada siete días hasta los dos meses de iniciados los experimentos.

Los análisis de cortisol, glucosa y PFA, fueron realizados en el Laboratorio de Técnicas Nucleares de Facultad de Veterinaria, Montevideo. Los análisis de glucosa fueron realizados en algunas oportunidades por ese mismo Laboratorio y también por el DILAVE, Montevideo. Los Hemogramas se realizaron en un Laboratorio privado de Servicios Veterinarios de la ciudad de Tacuarembó.

Temperatura rectal. En los terneros de un mes y 6 meses de edad, se registró temperatura rectal en los mismos momentos de extracción de sangre (0, 2, 6 horas post procedimiento y luego cada siete días).

### *Comportamiento*

Se evaluó la conducta por observación directa en todos los Tratamientos incluido el Testigo, durante las siete horas posteriores a la castración (comenzando en forma inmediata al procedimiento). Se volvió a hacer el mismo registro de conducta durante el segundo y tercer día (a las 24 y 48 horas post procedimiento) y luego una vez por semana (durante siete horas) hasta los dos meses de iniciados los ensayos. Se contó con dos repeticiones dentro de cada tratamiento. Durante estos trabajos, los animales tenían

disponibilidad al forraje/suplemento, aguary eran identificados con números pintados en ambos lados del cuerpo. En el caso de los terneros de una semana y un mes de edad, éstos permanecieron todo el tiempo con sus madres.

Metodología de observación de conducta: se combinaron dos metodologías, un escaneo o ISC (*Instantaneous Scan Sampling*) alternado con la búsqueda de conductas específicas de dolor – BS (*Behaviour Sampling*).

a. *Instantaneous Scan Sampling* con un intervalo de muestreo de diez minutos observándose a la totalidad de animales de cada tratamiento, registrándose los siguientes estados o eventos:

- Camina (C)
- Parado (P) se aclara si en posición normal (PN) o parado encorvado (PE)
- Echado en posición lateral (EL) o echado normal (EN)
- Mama o intenta mamar (M) (este evento no corresponde en el caso de terneros de 6 meses de edad)
- Salta, corre (SC)
- Gira la cabeza hacia el lugar del procedimiento (G)
- Otros

Se aclaraba si el animal estaba rumiando y al momento del análisis, la rumia se priorizó frente al estado o evento que podría acompañarla (por ejemplo «echado normal rumiando», «parado normal rumiando», se consideró «rumia»).

b. *Behaviour Technique Sampling*. Entre cada período de escaneo y durante cinco minutos, se registraba la cantidad de eventos G que ocurrían en cada repetición de cada Tratamiento (gira la cabeza hacia el escroto), comportamiento considerado específico de dolor. Esta metodología no se utilizó en los terneros de 1 semana de edad.

### Sanidad

Al momento de la castración se dosificó a todos los animales contra parásitos internos y externos y se utilizó un producto cica-

trizante y preventivo de miasis. Se controlaba diariamente el estado sanitario de los terneros, registrándose el momento de caída de testículos en los animales castrados a goma.

### Estado de herida (EH)

A los días 2, 3, 7, 14, 21, 27, 34, 41, 49 y 56 post castración, se realizó una evaluación del estado de herida utilizando una escala del 1 al 3, donde 1 es considerado estado normal (aceptable), 2 es cuando el sitio en cuestión presenta tumefacciones (inflamación) y 3 con tumefacciones e indicios de infección (inflamación y pus).

### Temperamento

En los terneros de 6 meses, se determinó Temperamento individual cada 28 días con los siguientes tests:

- 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.

## 2.2. 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 utilizaron modelos mixtos ajustados por medidas repetidas, para estudiar el efecto del Tratamiento sobre el peso vivo a través del tiempo (PROC MIXED, SAS System) y la evolución de los metabolitos y hormonas asociados al estrés durante el período experimental (PROC GLIMMIX, The SAS System v9.1.3)

Se utilizaron test no paramétricos (Mann-Whitney, Chi cuadrado) para analizar el efecto del tratamiento sobre el comportamiento.

También se realizaron test de hipótesis (contrastos de proporciones binomiales) para comparar la frecuencia de comportamientos asociados a dolor.

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

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Terneros 1 semana de edad

##### *Evolución de peso vivo*

Todos los tratamientos mostraron una evolución positiva del peso vivo luego de la castración y durante todo el período experimental. Las diferencias de peso entre cada una de las fechas, fueron significativas para los cuatro Tratamientos.

Dentro de cada fecha, no existieron diferencias de peso vivo entre los diferentes métodos utilizados, hasta el día 42 post castración en que el Tratamiento de Goma presentó valores mayores que el de Cuchillo y el Testigo ( $P < 0,05$ ) y sin diferencias entre los demás métodos (Figura 1).

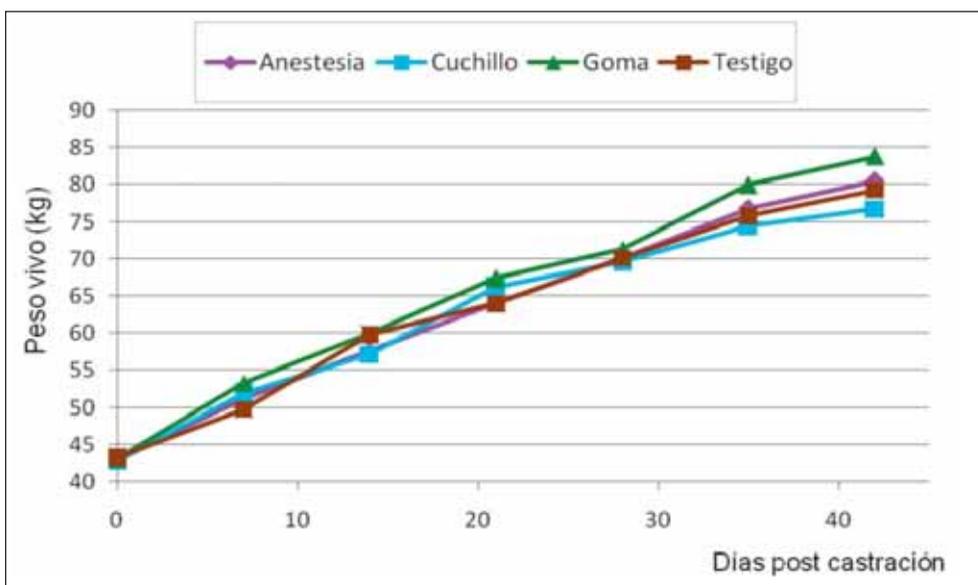
#### **Indicadores fisiológicos**

##### **Cortisol**

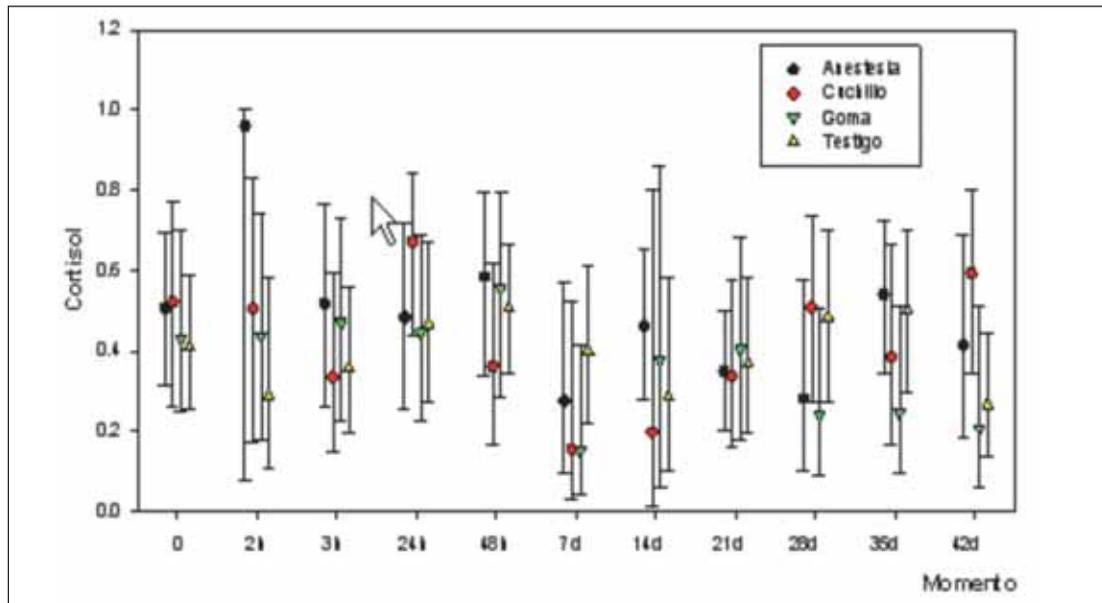
Los valores basales de cortisol no presentaron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos ( $P > 0,05$ ). Al analizar la evolución de este indicador a las 2 y 6 horas luego de la castración, no fue posible encontrar diferencias respecto a los valores basales, en ninguno de los tratamientos evaluados. Tampoco se detectaron diferencias entre los distintos métodos de castración dentro de las diferentes fechas evaluadas (Figura 2) ( $P > 0,05$ ).

Sin embargo, a las 24 horas se observó un incremento de los valores en el Tratamiento de Cuchillo, el cual desciende significativamente a las 48 horas, sugiriendo una respuesta biológica de estrés en el corto plazo, probablemente debida a dolor agudo.

En la Figura 2 es posible observar que la media del tratamiento de Anestesia es superior a las dos horas luego de la castración, pero dada la gran variabilidad de los datos (ver intervalo de confianza), estas diferencias no fueron significativas. De todas formas, el incremento de las medias indica que en algunos animales el cortisol incrementó sustancialmente lo cual es rele-



**Figura 1.** Evolución de peso vivo post castración, en los diferentes tratamientos en terneros castrados a 1 semana de edad.



**Figura 2.** Concentración de cortisol basal (mg/dL) y en diferentes momentos post procedimiento, en los diferentes tratamientos en terneros castrados a una semana de edad. Medias e intervalos de confianza con probabilidad del 95 %.

vante desde la perspectiva de bienestar animal. Esto podría ser explicado por el manejo que implica el uso de la anestesia. Se destaca que luego de realizada la inyección de la misma, se esperaban 10 minutos antes de realizar la castración. Ese manejo sumado a la espera en condiciones de restricción de movimiento, pueden haber provocado una mayor respuesta de estrés de los terneros, reflejado en un incremento de los valores de cortisol en sangre en algunos de ellos. Más adelante veremos que algo similar ocurre en los terneros de más edad (6 meses).

En los tratamientos de Cuchillo con anestesia, Goma y Testigo, los valores registrados a lo largo de las diferentes fechas, no presentaron diferencias significativas con los respectivos valores basales. En el tratamiento de Cuchillo, los valores vuelven a un nivel similar al basal a partir del día tres (48 horas post castración), sugiriendo la existencia de dolor agudo hasta ese momento.

De acuerdo a estos datos, el tratamiento en que se aplicó Anestesia presenta una respuesta de incomodidad en forma inmediata al procedimiento y el de de cuchillo presentaría dolor agudo durante los primeros días luego de la castración.

### Proteínas de fase aguda (PFA)

Los valores basales de haptoglobina presentaron diferencias entre los cuatro tratamientos ( $P > 0,05$ ).

En el tratamiento en que se utilizó Anestesia, los valores de PFA incrementan a las dos horas respecto a los valores basales y respecto a las demás fechas, al igual que se observaba con los valores de cortisol, bajando luego y volviendo a subir a los 14 días ( $P < 0,05$ ). Tal como se menciona más adelante, se destaca que al día 14 es el Tratamiento que tiene más animales con estado de herida dos y tres, lo cual podría en parte explicar este incremento de PFA. Es posible confirmar la existencia de incomodidad/estrés a las dos horas luego de la castración en este Tratamiento, debido a los factores de manejo mencionados antes.

Al compararlo con los demás tratamientos, se observa que a las dos horas, a los 14 y 21 días, los valores de PFA de los animales castrados con el uso de anestesia, son mayores a algunos de los demás tratamientos ( $P < 0,05$ , a las dos horas es mayor que cuchillo y a los 14 y 21 días es mayor que la goma sin diferencias con cuchillo).

En el Tratamiento de Cuchillo, a las 48 horas post procedimiento, se observó un incremento de los valores de haptoglobina respecto a los valores anteriores (que no difieren de los basales), los cuales continúan siendo mayores a los basales hasta el día 28 post castración ( $P < 0,05$ ). Este indicador estaría sugiriendo que el dolor se prolonga más allá de las 48 horas sugeridas por el cortisol, manifestándose hasta los 28 días.

Los terneros castrados con goma muestran un incremento en la concentración de PFA respecto a valores basales, a los 28 días post procedimiento (Figura 3). Esto estaría indicando que el dolor aparece más tarde en este tratamiento, coincidiendo con el momento de desprendimiento y caída de los testículos, lo cual no se hizo evidente a través del cortisol. Como se verá más adelante, se destaca que a los 28 días post castración, el Tratamiento de Goma aún mantiene un importante número de animales con estado de herida 2, lo cual podría explicar en parte estos resultados de PFA (Figura 5).

**Comportamiento**

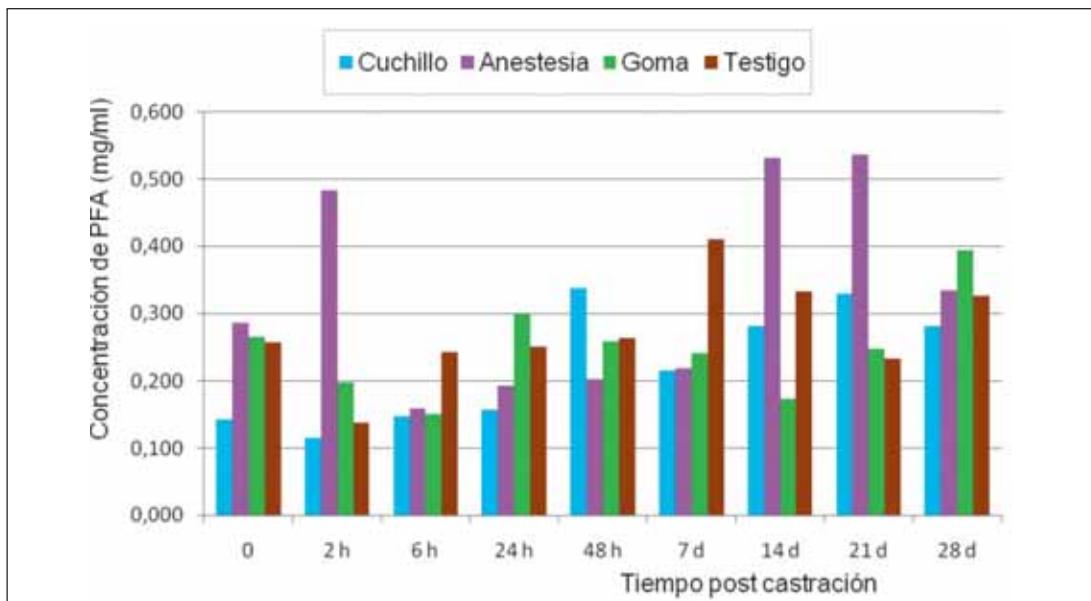
El día de la castración, el T3 (Cuchillo) y el T4 (Goma) presentaron las mayores fre-

cuencias de posturas asociadas al dolor (EL, echado lateral y PE, parado encorvado) (Figura 4).

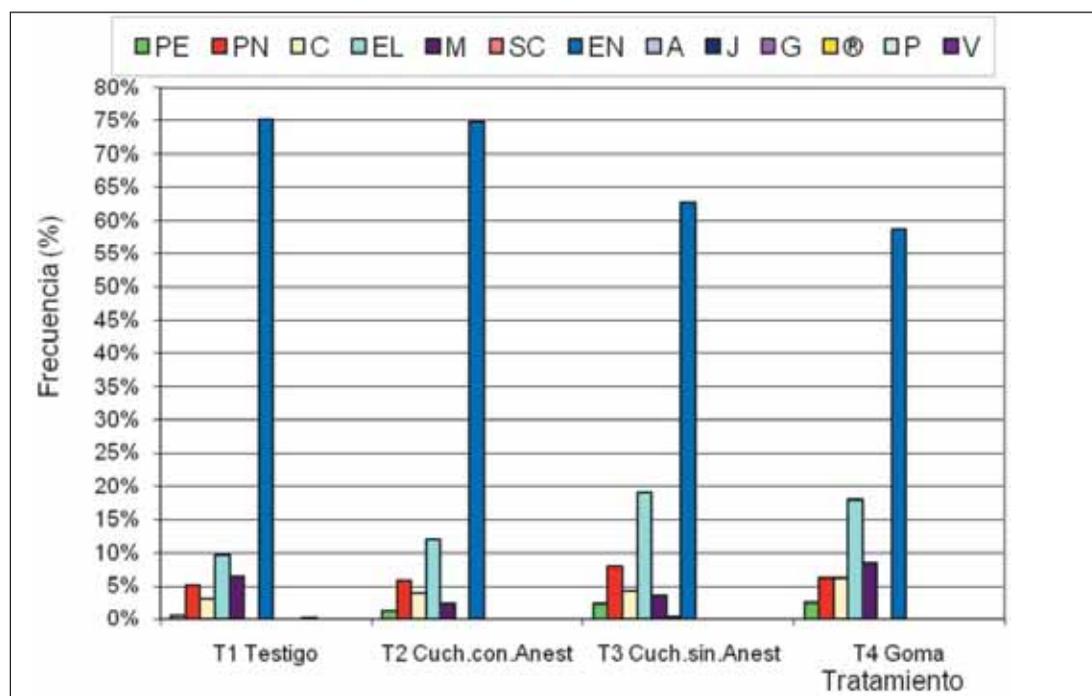
Algunos autores han reportado que la castración realizada a cuchillo presenta una respuesta al dolor de corto plazo, mientras que la castración sin sangre estaría asociada con menores indicadores de dolor a corto plazo, pero con mayores indicadores de dolor crónico (Moloney *et al.*, 1995; Thuer *et al.*, 2007). Si bien en base a EL y PE es posible asumir que los animales con Goma están presentando dolor agudo, el mayor tiempo que destinan a M (mama o intenta mamar) permite pensar que la sensación no es igual a los del tratamiento de cuchillo durante ese primer día. Además, se destaca que este comportamiento estuvo concentrado en la segunda media hora luego de colocados los anillos de goma, sugiriendo más incomodidad que dolor.

A las 48 horas luego del procedimiento, el tratamiento de cuchillo aún muestra una mayor frecuencia de conductas asociadas a dolor en relación a los demás tratamientos ( $P < 0,05$ ).

A partir del día siete no se observan diferencias entre tratamientos en lo que tiene que ver con conductas asociadas a dolor.



**Figura 3.** Concentración de PFA (haptoglobina, mg/ml) basal y en diferentes momentos post procedimiento, en los diferentes tratamientos en terneros castrados a una semana de edad.



**Figura 4.** Frecuencia de tiempo destinado a los diferentes estados-eventos de conducta por tratamiento, durante el primer día del ensayo en terneros castrados a una semana de edad.

Referencias: PE (Parado encorvado), PN (Parado normal), C (Camina), EL (Echado lateral), M (Mama), EN (Echado normal), V (Vocaliza), PN (J) (Parado normal juega).

### Estado de Herida (EH)

Durante los dos días siguientes a la castración, los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje de animales con inflamación (EH 2) y con inflamación e indicios de infección (EH 3), fueron el de Cuchillo con anestesia y Cuchillo común (Cuadro 6).

Estos resultados coinciden con los altos valores de cortisol y PFA del Tratamiento con

anestesia, confirmando la sensación de incomodidad mencionada antes.

El Tratamiento de cuchillo, a partir del día siete ya presenta el 80% de los animales con la herida en estado normal y el Tratamiento de Goma continúa con el 100% de los terneros con EH1. Según Handwerker y Reeh (1991) la inflamación es una evidencia sustancial de dolor crónico si es acompaña-

**Cuadro 6.** Estado de Herida luego de dos y tres días post castración, por Tratamiento (% de animales) en terneros castrados a una semana de edad.

	DÍA 2		
	EH 1 (%)	EH 2 (%)	EH 3 (%)
Cuchillo	33	50	17
Goma	100	0	0
Anestesia	70	20	10
Testigo	100	0	0
	DÍA 3		
	EH 1 (%)	EH 2 (%)	EH 3 (%)
Cuchillo	83	0	17
Goma	100	0	0
Anestesia	60	30	10
Testigo	100	0	0

da de indicadores de comportamiento de dolor. En base a la integración de indicadores (respuesta del eje adrenocorticotrópico, PFA, conducta y EH), es posible afirmar la existencia de incomodidad en los terneros con anestesia y de dolor agudo en el Tratamiento de cuchillo, durante al menos las primeras 48 horas luego de la castración.

A los 21 días post colocación de los anillos, comienzan a desprenderse los testículos, formándose previo a ello, un cordón de aparente purulencia alrededor de la goma y no evolucionando hacia infección, sino resolviéndose totalmente la herida hacia el día 28 post castración (Figura 5). Si bien los valores de PFA aumentan en este tratamiento en ese momento (Día 28, Figura 3) es de suponer que no existe dolor al momento de la caída de testículos, ya que no se ve reflejado ni en los valores de cortisol, ni lo cual es más relevante, en las conductas asociadas a dolor.

El Tratamiento de Cuchillo con anestesia, continúa mostrando un 30% de los animales con EH3 el día 21 post castración, el cual disminuye hacia el día 28 (Figura 5).

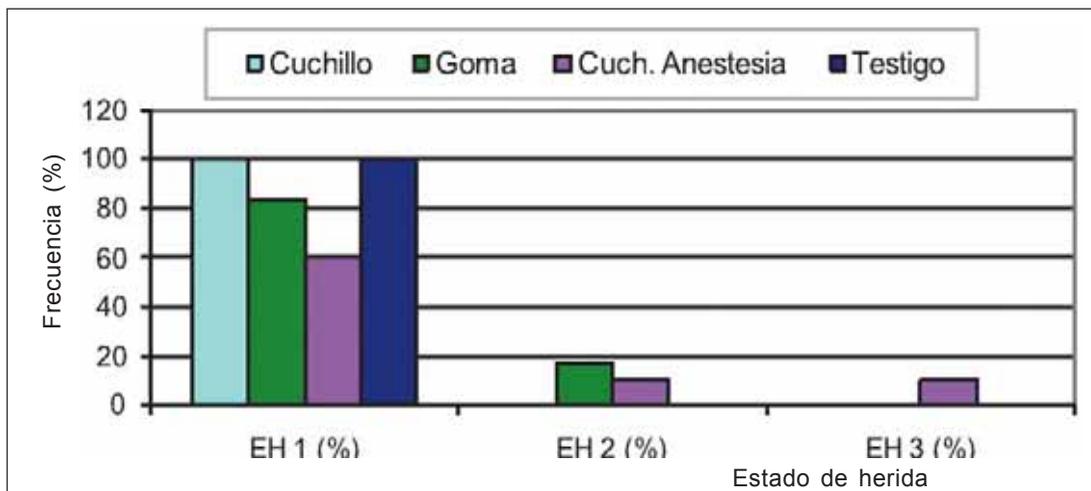
El día 49 post castración, el 100% de los animales en todos los tratamientos, presentaban herida en estado EH1.

**Discusión integrada de indicadores**

El análisis integrado de indicadores productivos, fisiológicos y de conducta, permite afirmar que los terneros castrados a cuchillo presentan una mayor respuesta biológica de estrés que los demás tratamientos durante las 48 primeras horas luego de la castración. Asimismo, el dolor podría extenderse hasta los 28 días luego de efectuado el procedimiento, a pesar de no verse reflejado en la evolución de peso de los animales.

La utilización de anestesia probablemente disminuya la sensación o la percepción del dolor durante las primeras horas luego de la castración. Sin embargo el manejo que implica su aplicación y la propia aplicación, generan una especie de incomodidad en los animales. Asimismo, la resolución de la herida tarda más tiempo en este tratamiento.

La goma provoca una reacción de estrés al momento de caída de los testículos, pero no es posible asegurar la existencia de dolor, ya que no hay variación en la concentración de cortisol en sangre, pero lo que es más importante, no se ve reflejado en conductas asociadas a dolor. Es así que la goma parecería ser una alternativa viable desde el punto de vista del bienestar animal, en terneros de una semana de edad.



**Figura 5.** Estado de herida de los diferentes Tratamientos al día 28 post castración en terneros castrados a una semana de edad.

EH1: normal EH2: inflamación EH3: inflamación e indicios de infección.

### 3.2. Terneros 1 mes de edad

#### *Evolución de peso vivo*

Todos los tratamientos mostraron una evolución positiva del peso vivo luego de la castración y durante todo el período experimental (Figura 6). Si bien en la primera semana post procedimiento no se registraron pérdidas de peso en ningún tratamiento, tampoco se observó una diferencia significativa en el incremento de peso vivo en los Tratamientos de Goma, Anestesia y Analgesia, Burdizzo y Cuchillo con Antiinflamatorio ( $P > 0,05$ ). A partir del día siete post castración, los mayores valores de peso registrados en cada fecha sucesiva, fueron significativos respecto a los pesos de la fecha anterior, en los 6 tratamientos.

Se destaca además que dentro de cada fecha, no existieron diferencias de peso vivo entre los diferentes métodos utilizados hasta el día 63 post castración en que el Tratamiento de Goma presentó valores menores al Testigo ( $P < 0,05$ ) y sin diferencias entre los demás tratamientos.

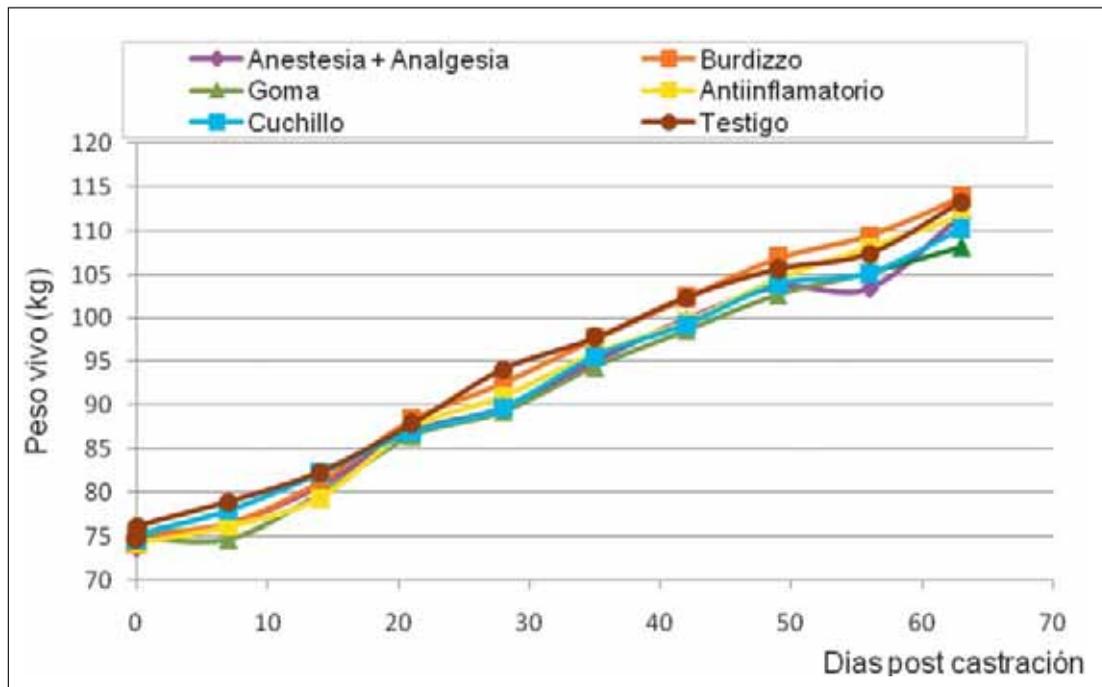
#### *Indicadores fisiológicos*

##### **Cortisol**

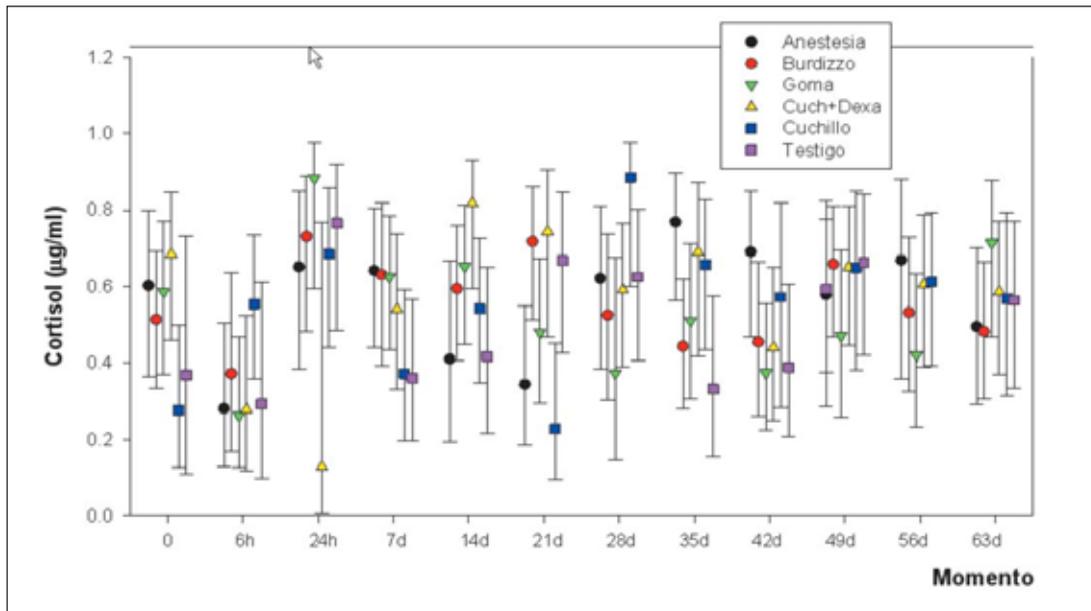
En este experimento no fue posible realizar las extracciones de sangre a las dos horas post castración, haciéndose una a las 6 horas luego de la misma. A las 6 horas post castración, el Tratamiento de Cuchillo común presentó un pico de concentración de cortisol, con valores mayores a los basales (Figura 7). Éstos continúan incrementando hasta las 24 horas de realizada la castración ( $P < 0,05$ ) y disminuyen recién a las 48 horas. A su vez, este tratamiento presenta un nuevo incremento de cortisol a partir del día 28, manteniéndose hasta el final del experimento, con valores significativamente superiores a los basales (Figura 7).

Lo interesante observado a las 6 horas post castración, es que los animales del Tratamiento de Burdizzo y el Testigo, no presentaron diferencias con los valores basales, pero los demás Tratamientos, tuvieron valores menores a los basales (Anestesia y Analgesia, Goma, y Antiinflamatorio,  $P < 0,05$ ).

502



**Figura 6.** Evolución de peso vivo post castración, en los diferentes Tratamientos en terneros castrados a un mes de edad.



**Figura 7.** Concentración de cortisol basal (mg/dL) y en diferentes momentos post procedimiento, en los diferentes tratamientos en terneros castrados a un mes de edad. Medias e intervalos de confianza con probabilidad del 95 %.

Si bien a las 24 horas post castración, los valores incrementan en forma significativa en todos los tratamientos (a excepción del de antiinflamatorio), éstos no son diferentes a los basales, por lo que no deberíamos preocuparnos desde el punto de vista del bienestar animal.

A las 48 horas y hasta el final del Experimento todos los tratamientos (a excepción del Tratamiento de Cuchillo, tal como se ha mencionado), presentan valores de cortisol en sangre, que no son diferentes de los basales (Figura 7). Esto sugeriría una respuesta biológica de estrés agudo y crónico en los terneros de mayor edad que son castrados a cuchillo.

**Proteínas de fase aguda (PFA)**

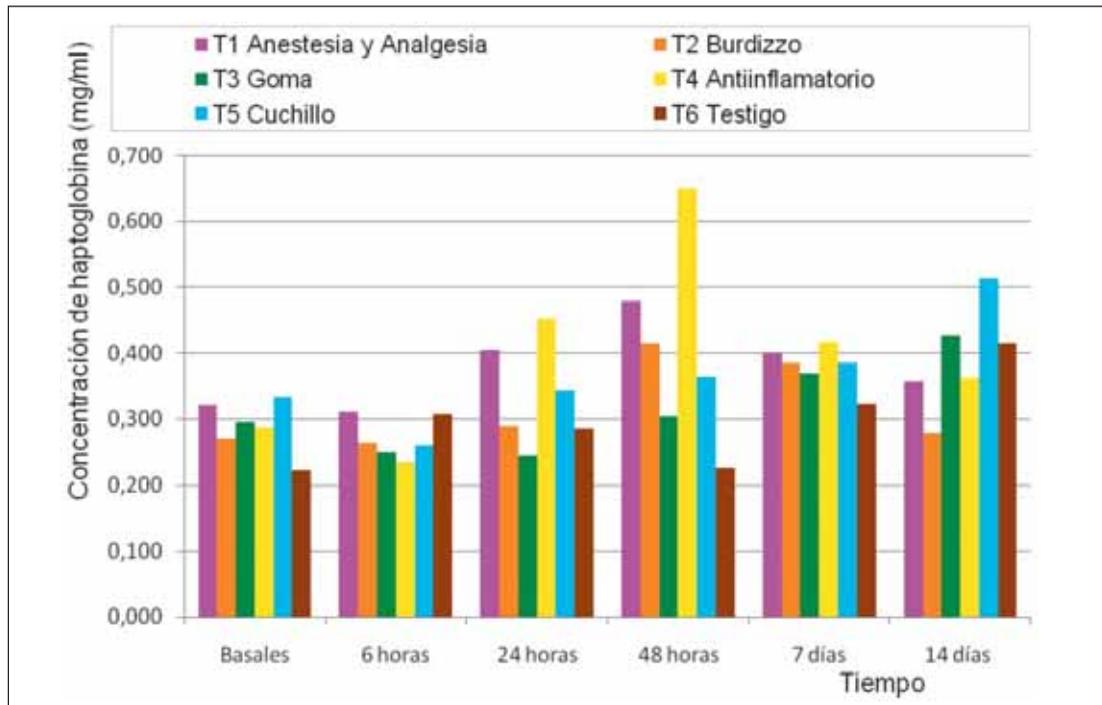
Los valores basales de haptoglobina y los registrados a las 6 horas post procedimiento, no presentan diferencias entre Tratamientos ( $P > 0,05$ ).

A las 24 horas ya comienzan a diferenciarse los valores de PFA en el Tratamiento de Anestesia y Analgesia y en el de Antiinflamatorio, respecto a los de Goma y al Testigo, diferencias que se mantienen hasta los 7 días (Figura 8).

El Tratamiento de Anestesia y Analgesia incrementa en forma significativa recién a las 48 horas post procedimiento, no evidenciándose la posible incomodidad que sugerían los valores de PFA a las dos horas post castración en los terneros castrados a la semana de edad. Sin embargo, se destaca que este tratamiento presentó una gran proporción de animales con estado de herida dos y tres a las 24, a las 48 horas post procedimiento y mantiene un elevado porcentaje hasta el día 7.

Los animales castrados con Cuchillo no presentan valores diferentes a los basales en ningún momento de los evaluados ( $P > 0,05$ ). Sin embargo, se destaca que es el Tratamiento que mantiene los valores más elevados a los 14 días luego de la castración (Figura 8). Estos son mayores a los de Burdizzo en esa fecha ( $P < 0,05$ ), pero no presentan diferencias significativas respecto a los demás tratamientos.

El Tratamiento en que se utilizó Antiinflamatorio incrementa en forma significativa a las 24 horas post procedimiento, con una concentración máxima a las 48 horas (el doble de los valores basales) (ver estado de herida y cortisol).



**Figura 8.** Concentración de proteína de fase aguda (haptoglobina, mg/ml) basal y en diferentes momentos post procedimiento, en los diferentes tratamientos en terneros castrados a un mes de edad.

El Tratamiento de Goma presenta valores mayores a los basales al día 14 post castración. En los terneros de un mes, las inflamaciones e indicios de infección de los animales castrados con goma, comienzan a presentarse antes que en los terneros de una semana de edad (a partir del día siete, lo cual podría explicar estos resultados. Esto podría indicar que estos animales estarían presentando dolor o incomodidad a partir del día siete post aplicación de la goma y hasta el momento de desprendimiento de los testículos.

El Tratamiento castrado con pinza de Burdizzo presenta un pico a las 48 horas y el resto del tiempo tiene valores que no son diferentes a los basales.

### Comportamiento

El Tratamiento de Cuchillo y el de Goma fueron los que presentaron las mayores frecuencias de comportamientos asociadas a dolor durante el primer día luego de la castración (PE y EL - Cuadro 7). Es posible ob-

servar que los terneros que tuvieron Anestesia y Analgesia destinaron más tiempo a mamar, naturalmente debido al efecto paliativo de estos productos durante el primer día del ensayo. Por otra parte, los terneros que recibieron Antiinflamatorio, destinan más tiempo a pastar y rumiar que los demás tratamientos, en ese primer día luego del procedimiento.

El segundo día, el Tratamiento de Cuchillo disminuyó la frecuencia de EL, pero sigue siendo mayor que en los demás Tratamientos a excepción del que recibió Anestesia y Analgesia (Cuadro 8). Probablemente el hecho de que retirarse el efecto de la misma, haya provocado la aparición de la sensación de dolor en estos animales. Además, la frecuencia de tiempo destinada a mamar también disminuyó en forma importante en ese Tratamiento durante el día dos (de 8 a 2%, Cuadros 7 y 8).

A partir de las 48 horas, no se observan diferencias entre tratamientos en el tiempo destinado a cada conducta o evento.

**Cuadro 7.** Comportamiento en forma inmediata a la castración, Día 1, en los diferentes Tratamientos (% de posturas y eventos) en terneros castrados a un mes de edad.

Día1	Anestesia y Analgesia	Burdizzo	Goma	Antiinflamatorio	Cuchillo	Testigo
Parado encorvado	0%	0%	1%	1%	8%	0%
Parado normal	27%	29%	19%	11%	9%	11%
Camina	5%	6%	8%	3%	1%	2%
Echado lateral	3%	3%	12%	4%	6%	4%
Mamando	8%	3%	3%	1%	1%	8%
SC	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Comportamiento social	0%	1%	0%	0%	0%	0%
Echado normal	52%	56%	55%	69%	69%	67%
Toma agua	1%	0%	1%	0%	1%	0%
Juega	0%	0%	1%	0%	0%	0%
Gira la cabeza	2%	1%	0%	1%	1%	3%
Rumia	1%	1%	0%	6%	3%	4%
Otros	0%	0%	1%	1%	1%	2%
Pastorea	1%	1%	0%	4%	0%	0%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%

**Cuadro 8.** Comportamiento durante el día siguiente a la castración, Día 2, en los diferentes Tratamientos (% de posturas y eventos) en terneros castrados a un mes de edad.

Día2	Anestesia y Analgesia	Burdizzo	Goma	Antiinflamatorio	Cuchillo	Testigo
Parado encorvado	2%	0%	0%	0%	2%	0%
Parado normal	14%	18%	16%	22%	19%	21%
Camina	1%	1%	0%	2%	3%	1%
Echado lateral	2%	2%	2%	1%	2%	1%
Mamando	2%	2%	5%	5%	5%	5%
SC	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Comportamiento social	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Echado normal	70%	62%	70%	63%	60%	63%
Toma agua	0%	0%	1%	3%	0%	1%
Juega	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Gira la cabeza	2%	1%	1%	0%	0%	0%
Rumia	3%	11%	3%	1%	6%	6%
Otros	1%	1%	1%	1%	0%	1%
Pastorea	1%	0%	0%	1%	1%	0%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%

**Estado de herida (EH)**

Durante los dos días siguientes a la castración, los tratamientos que presentaron mayor proporción de animales con EH 2 y EH 3, fueron el de pinza de Burdizzo, el de Cuchillo con anestesia y Cuchillo común

(Cuadro 9) al igual que sucede con los terneros más pequeños. El estado de la herida evoluciona favorablemente hacia el día 7 en el Tratamiento de Cuchillo común y a partir del día 14 ya presenta el 80 % de los animales con la herida en estado normal.

**Cuadro 9.** Estado de herida durante los días dos y tres, en los diferentes tratamientos (% de animales por Tratamiento) en terneros castrados a un mes de edad.

Tratamiento	DÍA 2		
	EH 1 (%)	EH 2 (%)	EH 3 (%)
Anestesia y Analgesia	33,3	44,4	22,2
Burdizzo	11,1	88,9	0,0
Goma	100,0	0,0	0,0
Antiinflamatorio	88,9	11,1	0,0
Cuchillo	0,0	66,7	33,3
Testigo	0	0	0
Tratamiento	DÍA 3		
	EH 1 (%)	EH 2 (%)	EH 3 (%)
Anestesia y Analgesia	0,0	44,4	55,6
Burdizzo	0,0	100,0	0,0
Goma	100,0	0,0	0,0
Antiinflamatorio	77,8	22,2	0,0
Cuchillo	0,0	66,7	33,3
Testigo	0	0	0

Como es posible observar en la Figura 9a y b a los 7 y 14 días post castración, todos los tratamientos presentan animales con estado de herida EH2 y EH3.

Hacia el día 28, los Tratamientos de Antiinflamatorio y Goma, ya presentaban el 100 % de los animales con EH1. Como pudo verse en el Cuadro 9, al igual que sucedía con los terneros más pequeños, el Tratamiento de goma presenta el 100 % de EH1 en los primeros dos días luego de la castración y comenzaba a complicarse a partir del día 28. En los terneros de un mes, las inflamaciones e indicios de infección comienzan a presentarse antes (a partir del día siete), pero el día 28, tal como se ha mencionado antes, ya presentaban el 100% de los animales con EH1.

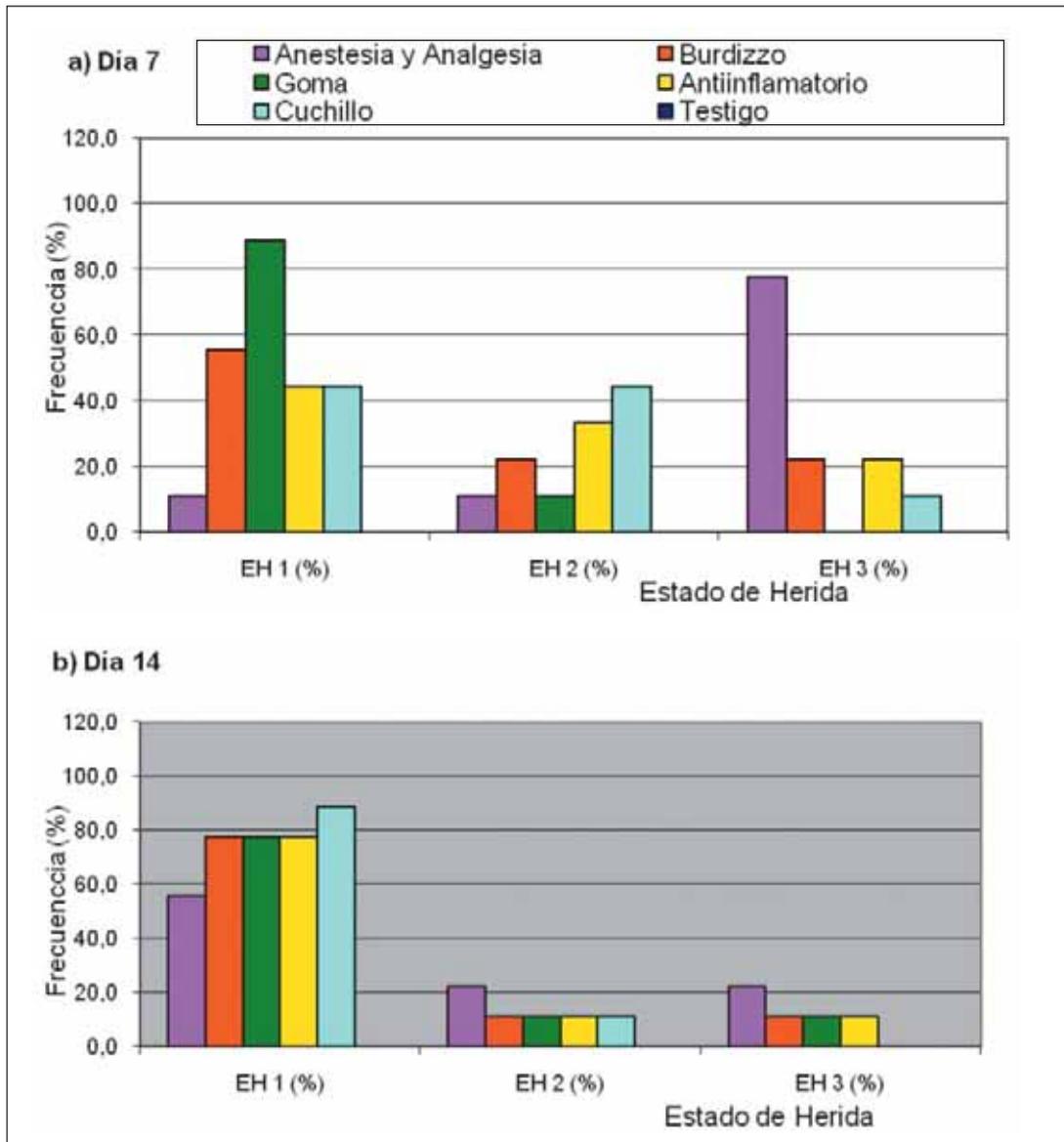
El Tratamiento de cuchillo continúa presentando un 10% de los animales con EH2 y EH3 hasta el día 49 luego de la castración, lo que en parte podría explicar los elevados valores de cortisol que se mencionaron antes.

### **Discusión integrada de Indicadores**

El análisis integrado de indicadores productivos, fisiológicos y de conducta, permite afirmar que en terneros castrados a un mes de edad, aquellos que fueron castrados a cuchillo presentan una mayor respuesta biológica de estrés que los demás Tratamientos, en las 48 primeras horas luego de la castración.

A partir de ese momento, no se observaron diferencias en conducta asociada a dolor entre los diferentes métodos, pero los terneros castrados a cuchillo en forma tradicional, continúan presentando concentraciones de cortisol en plasma superiores a las basales, hasta el final del experimento. A su vez, la resolución de la herida tarda más tiempo que en los demás tratamientos.

La utilización de anestesia combinada con analgesia, disminuye la respuesta biológica de estrés en terneros castrados a cuchillo con un mes de edad.



**Figura 9 a y b.** Estado de herida de los diferentes Tratamientos a los días 7 y 14 post castración en terneros castrados a un mes de edad.

EH1: normal EH2: inflamación EH3: inflamación e indicios de infección.

El uso de antiinflamatorios con un efecto también analgésico, sería una opción intermedia para mitigar el dolor en dichos animales, más sencilla que la anterior desde el punto de vista práctico.

El uso de la goma parece implicar incomodidad o dolor a partir del día siete (Cortisol y PFA). Sin embargo, esto no estuvo reflejado en conductas asociadas a dolor.

## 4. TERNEROS 6 MESES DE EDAD

### 4.1. Año 1

#### *Evolución de peso vivo*

Los animales castrados con Cuchillo común y Cuchillo más Emasculador perdie-

ron peso hasta los 14 días luego del procedimiento, mientras que aquellos en que se utilizó Anestesia previo a la castración, ganaron un promedio de 5 kg de peso vivo en los primeros siete días, con una disminución entre el día 7 y el 14 (Figura 10).

Dichas diferencias de peso no fueron significativas en ninguno de los Tratamientos ( $P>0,05$ ). Sin embargo, a los efectos biológicos y del objetivo de este trabajo, se destaca que las diferencias son relevantes ya que estarían implicando alguna diferencia en la forma en la que los animales están enfrentando esa situación dolorosa. En el día 28, presentan 7 kg de diferencia a favor del tratamiento con anestesia, respecto a los de Cuchillo y Cuchillo más Emasculador (4 % del PV) (Figura 10). Es importante destacar que estas diferencias se mantuvieron hasta el final del experimento.

### Resistencia al corte

En la Figura 11 es posible observar que el efecto de la anestesia fue determinante en este aspecto, mostrando una clara insensibilidad al momento del corte en los animales de este tratamiento.

## Indicadores fisiológicos

### Cortisol

En el Año 1, los valores basales de cortisol no presentaron diferencias significativas entre los tres tratamientos pero todos mostraron un incremento de los valores respectivos, a las dos horas luego de la castración ( $P<0,05$ , Figura 12). El Tratamiento de Anestesia (T1) y el de Cuchillo (T2) vuelven a mostrar valores similares a los basales a las 6 horas, mientras que el T3 (Emasculador) continúa con valores mayores a los basales hasta las 6 horas post castración, siendo el que presenta los mayores valores de cortisol en ese momento, respecto a los demás Tratamientos ( $P<0,05$ ). Estos resultados sugieren una respuesta de estrés agudo con todos los métodos utilizados, incluso en el tratamiento en que se utilizó anestesia, probablemente debido al manejo implicado en el procedimiento de sujeción, aplicación de la misma, espera y castración.

A las 24 horas post castración, ya no se registran diferencias respecto a los valores basales, en ninguno de los tratamientos evaluados ( $P>0,05$ , Figura 12).

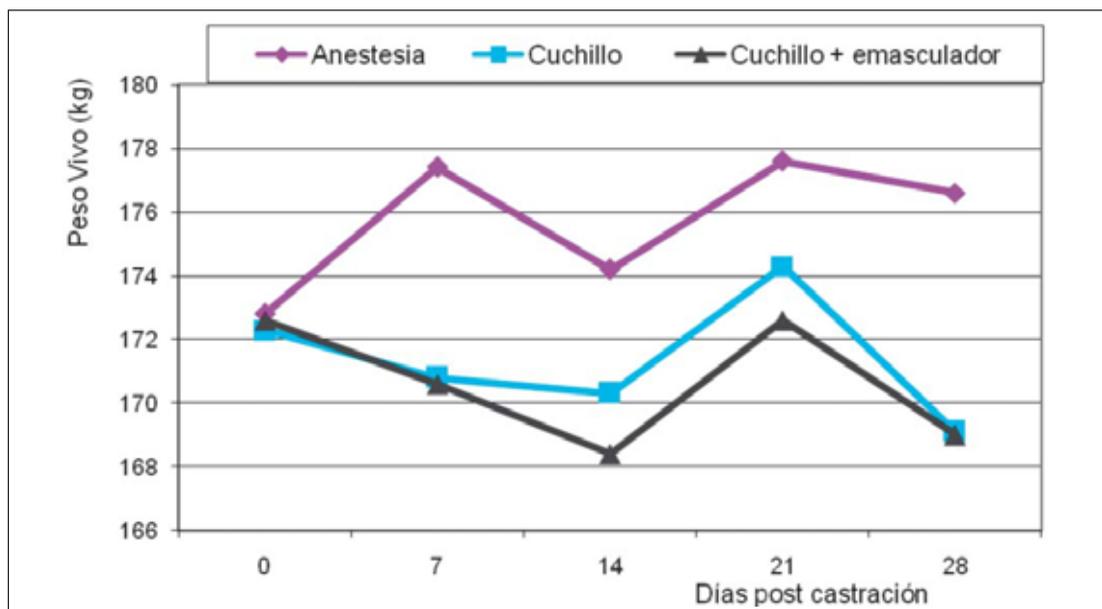
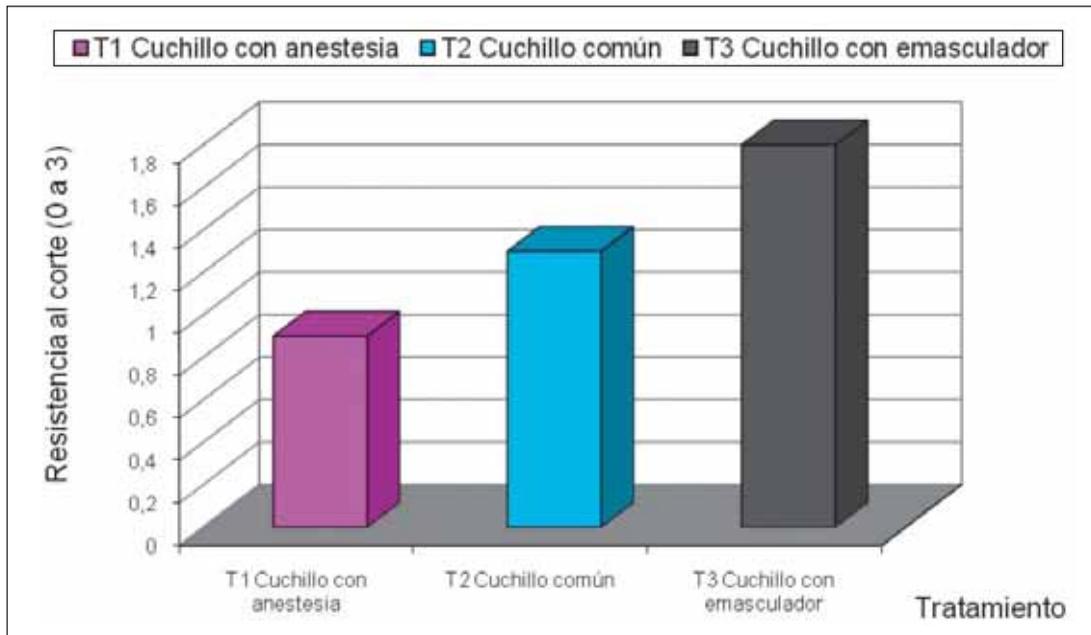
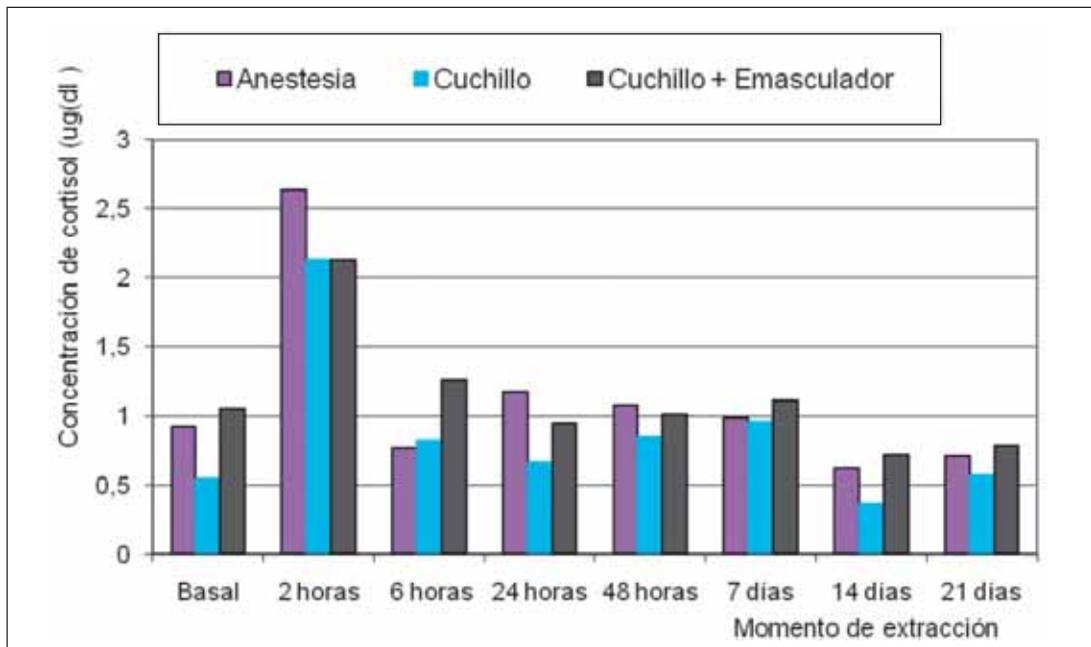


Figura 10. Evolución de peso vivo post castración, en los diferentes tratamientos (Año 1) en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 1).



**Figura 11.** Resistencia al corte al momento de la castración en los diferentes tratamientos en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 1). Escala: 0: sin resistencia 1: poca resistencia 2: resistencia moderada 3: resistencia alta. Barras con diferente letra, difieren con  $P < 0,05$ .

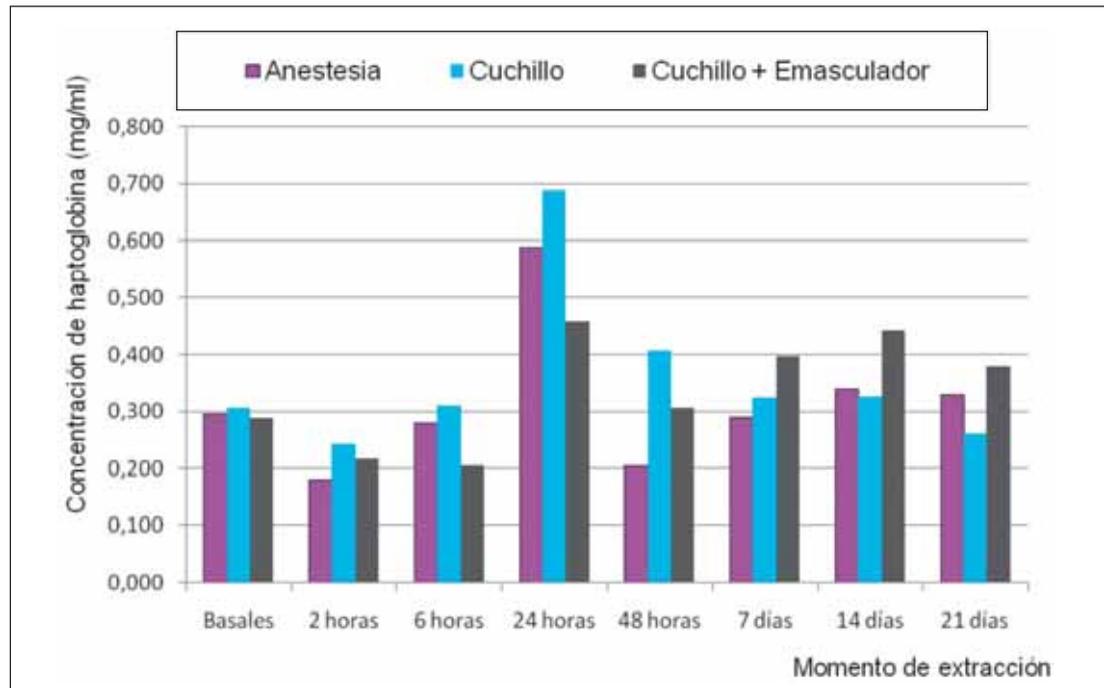


**Figura 12.** Concentración de cortisol basal (mg/dL) y en diferentes momentos post procedimiento, en los diferentes tratamientos en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 1).

**Proteínas de fase aguda (PFA)**

No se registraron diferencias entre tratamientos en los valores basales de haptoglobina ( $P > 0,05$ ). A las dos y seis ho-

ras luego de la castración, ningún tratamiento ve incrementada la concentración de PFA en comparación con los respectivos valores basales (Figura 13).



**Figura 13.** Concentración de haptoglobina basal (mg/ml) en diferentes momentos post procedimiento, en los diferentes tratamientos en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 1).

A las 24 horas, todos los tratamientos presentan un incremento significativo de los valores de PFA en sangre respecto a los valores basales, siendo el Tratamiento de Cuchillo tradicional (T2) el que presenta los mayores valores respecto a los demás Tratamientos hasta las 48 horas ( $P < 0,05$ ; Figura 13). A partir de los 7 días luego de la castración, no se observan diferencias entre tratamientos dentro de cada momento, pero el tratamiento en que se utilizó Emasculador mantiene los valores mayores a los basales, hasta el día 14 post procedimiento. Esto, integrado a la evolución de peso de este tratamiento, sugeriría una mayor dificultad de estos animales para adaptarse a la situación (Cuadro 10).

La concentración de glucosa en sangre, no muestra diferencias entre tratamientos ni en los diferentes momentos dentro de cada Tratamiento ( $P < 0,05$ ).

### **Estado de Herida**

En el Año 1 solamente se registró estado de herida a los días 21 y 28 post castración. A los 28 días, todos los tratamientos pre-

sentaban aún un alto porcentaje de animales con EH dos y tres.

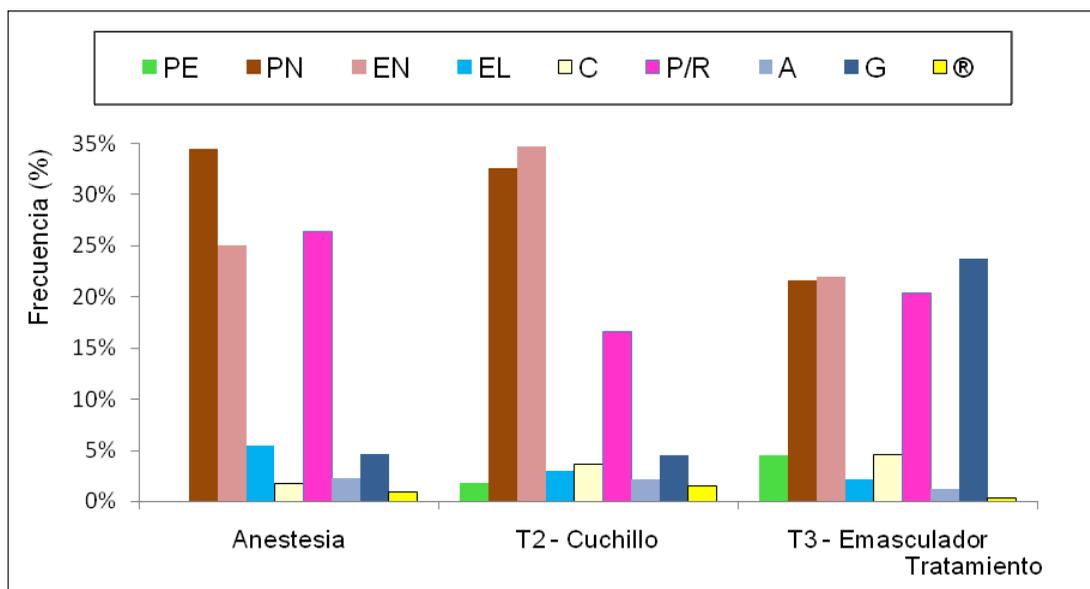
El tratamiento en que se utilizó Anestesia es el que presenta el mayor porcentaje de animales con el sitio de la cirugía resuelto al día 28, pero de todas formas, el 44,4% de estos animales continúa con EH entre dos y tres. El Tratamiento de Cuchillo tradicional es el que presenta el mayor número de animales con EH entre dos y tres el día 28 post procedimiento (66,6 %).

### **Comportamiento**

Los resultados del *Scan Sampling* sugieren que existe la sensación de dolor en todos los tratamientos evaluados, registrándose conductas tales como PE, EL y G en todos ellos. Sin embargo, el tratamiento con Anestesia es el que muestra las más altas frecuencias de conducta de alimentación (P/R) sugiriendo que la incomodidad/dolor sería menor durante el día uno. Si bien esto era de esperarse, se destaca que existe incomodidad evidenciada por EL y una frecuencia considerable de eventos G (Figura 14) y tal como se vio reflejado en la con-

**Cuadro 10.** Estado de herida a los 21 y 28 días post castración en los diferentes Tratamientos en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 1).

	EH día 21 post castración (% animales)			EH día 28 post castración (% animales)		
	EH 1	EH 2	EH 3	EH 1	EH 2	EH 3
T1 - Anestesia	44,4	22,2	33,3	55,6	22,2	22,2
T2 - Cuchillo	66,7	22,2	11,1	33,3	55,5	11,1
T3 - Emasculador	44,4	22,2	33,3	44,4	44,4	11,1



**Figura 14.** Frecuencia de tiempo destinado a los diferentes estados-eventos de conducta, por tratamiento, durante el día uno luego de iniciado el ensayo en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 1).

Referencias: PE (Parado encorvado), PN (Parado normal), EN (Echado normal), EL (Echado lateral), C (Camina), P/R (Pastorea/Come ración), A (Toma agua), G (Gira la cabeza hacia el lugar del procedimiento), R(Rumia).

centración de cortisol y PFA de este Tratamiento durante el día uno. Sin embargo y tal como puede observarse en la Figura 14, el Tratamiento con Emasculador fue el que presentó la mayor frecuencia de tiempo destinada a eventos «G».

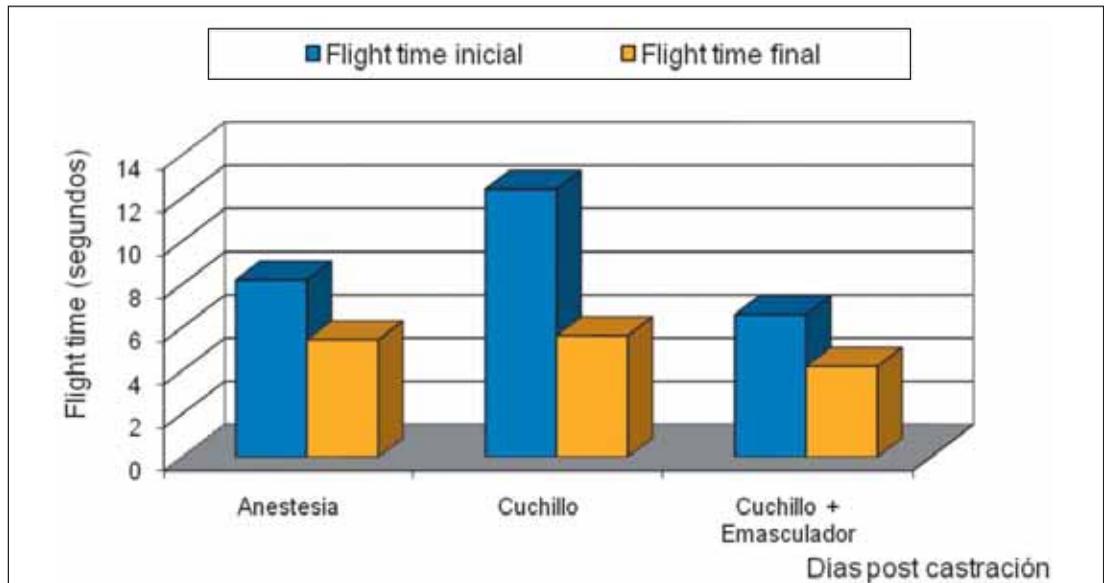
Se destaca que el día siete post castración, el Tratamiento de Anestesia mostró una alta frecuencia de eventos G (21 % del tiempo), mostrando que la Anestesia disminuye la sensación dolorosa en el momento y luego de la castración, pero que el dolor va mucho más allá del día en que se efectúa el procedimiento.

En síntesis e integrando todos los indicadores, es posible afirmar que todos los tratamientos mostraron una respuesta de es-

trés importante en forma inmediata a la castración. Esta se prolonga más allá de las 24 horas en todos los tratamientos y es más consistente en los tratamientos en que no se utilizan productos atenuantes de dolor (T2 y T3). La respuesta de estrés parece ser tan elevada en estos tratamientos, que afecta incluso la evolución del peso vivo. Se destaca que este año, todos los tratamientos implicaron el uso del cuchillo.

**Temperamento**

En relación a la evolución del temperamento de cada uno de los tratamientos, se destaca que todos los animales se volvieron más excitables durante el experimento (Figura 15).



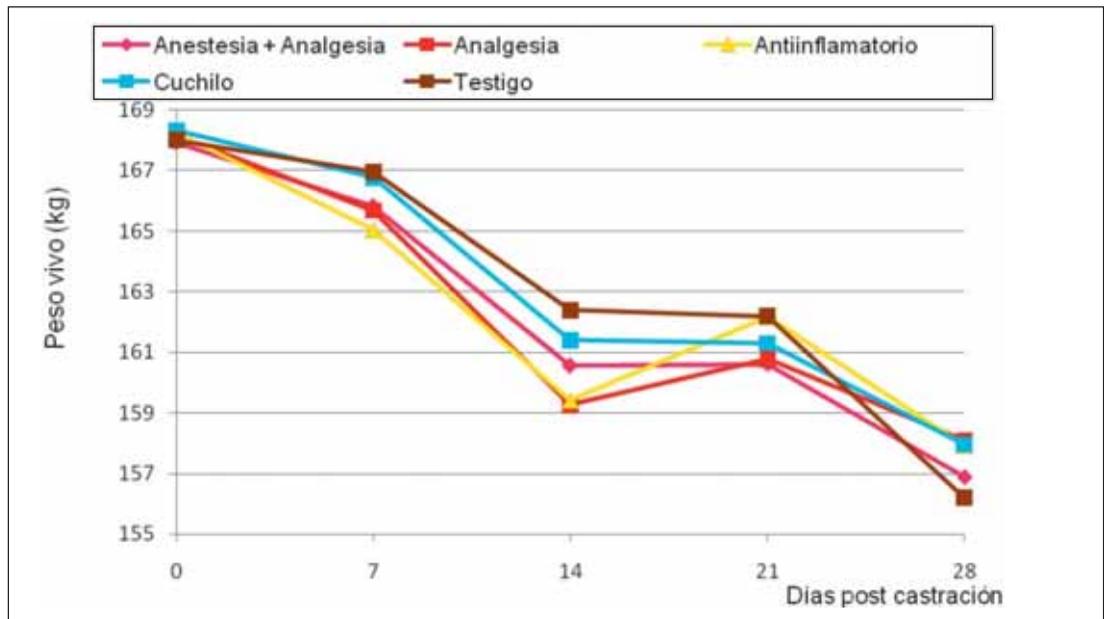
**Figura 15.** Flight Time al inicio del experimento por Tratamiento y en los diferentes momentos luego de la castración en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 1). Barras con diferente letra dentro del mismo Tratamiento, difieren con  $P < 0,05$ .

Esto refleja la importancia que se le debe dar a las correctas prácticas de manejo luego de realizar estas técnicas dolorosas, especialmente en animales que son genéticamente excitables, como en este caso que se utilizaron terneros Braford.

#### 4.2. Año 2

##### Evolución de peso vivo

En el Año 2, todos los tratamientos mostraron una evolución negativa del peso vivo luego de la castración y durante casi la totalidad del período experimental (Figura 16). A



**Figura 16.** Evolución de peso vivo post castración, en los diferentes tratamientos en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 2).

los 14 y 28 días post castración, los menores valores registrados respecto a la fecha anterior, fueron significativos para todos los tratamientos (incluido el testigo). Si bien la época del año podría explicar parte de dicho descenso de peso, estos resultados sugieren que los animales de esta edad (en comparación con terneros de una semana y un mes de nacidos) presentan una respuesta de estrés que implica un mayor costo biológico, llegando a reflejar importantes pérdidas de peso vivo. Se destaca que no existieron diferencias entre los diferentes métodos utilizados, dentro de cada fecha ( $P>0,05$ ).

### Indicadores Fisiológicos

#### Cortisol

En el Año 2 al igual que en el Año 1, los valores basales de cortisol no presentaron diferencias entre los cinco tratamientos ( $P>0,05$ ). Al analizar la evolución de este indicador a las dos horas luego de la castración, no fue posible encontrar diferencias con los valores basales en ninguno de los tratamientos evaluados. Sin embargo, se observa un incremento de los valores en el tratamiento de Cuchillo, el cual desciende significativamente a las 6 horas, sugiriendo una

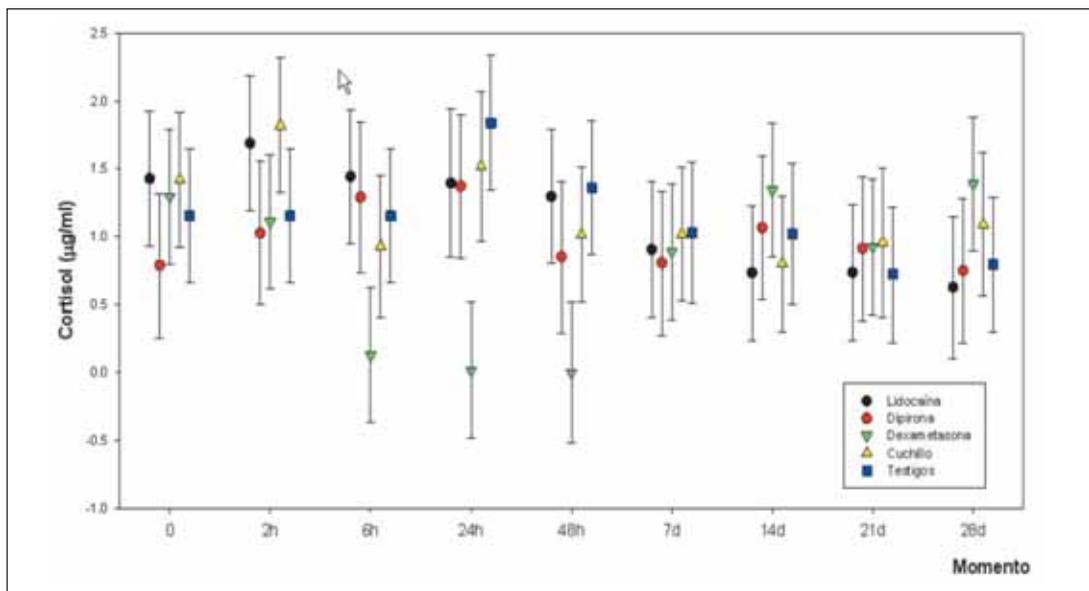
respuesta biológica de estrés en el corto plazo (Figura 17).

En los tratamientos de Analgesia (T2) y Antiinflamatorio (T4), los valores registrados a lo largo de las diferentes fechas, no presentaron diferencias significativas con los valores basales respectivos.

Al igual que sucedía en el Año 1, a las 24 horas, todos los tratamientos presentaron concentraciones de cortisol en sangre, que no diferían de las concentraciones basales respectivas ( $P>0,05$ ).

#### Proteínas de Fase Aguda (PFA)

En el Año 2 al igual que en el Año 1, no se registran diferencias en la concentración de PFA en las primeras horas luego de la castración, en ninguno de los Tratamientos evaluados ( $P>0,05$ ; Figura 18) y también al igual que en el Año 1, es posible observar un incremento en la concentración de PFA a las 24 horas post castración en todos los tratamientos que implicaron el uso de cuchillo, incluso en el tratamiento en que se utilizó Anestesia y Analgesia. Estas concentraciones continúan incrementando incluso en el tratamiento de Anestesia, luego de las 48 horas, volviendo a los valores basales en estos animales a los siete días post castración.



**Figura 17.** Concentración de cortisol basal (mg/dL) y en diferentes momentos post procedimiento, en los diferentes tratamientos en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 2). Medias e intervalos de confianza con probabilidad del 95 %.

El tratamiento con Antiinflamatorio (T3) incrementa los valores de PFA a las 24 horas ( $P < 0,05$ ), continuando hasta las 48 horas, momento en que presenta los valores máximos. Este tratamiento mantiene valores de PFA mayores a los basales hasta los 14 días luego de la castración, reflejando una importante dificultad de estos animales para enfrentar el desafío.

El tratamiento de Cuchillo (T4) incrementa los valores de PFA a las 24 horas post castración ( $P < 0,05$ ), volviendo a los valores basales a los 14 días post procedimiento.

El tratamiento con Analgesia (T2) incrementa los valores de PFA a las 48 horas post castración ( $P < 0,05$ ), presentando un máximo a los 7 días y con valores mayores a los basales hasta el día 21 post castración.

En base a PFA, en el Año 2, el uso de mitigantes de dolor (anestésico, analgésico y en una menor medida el antiinflamatorio) impidió la ocurrencia de una respuesta de estrés en forma inmediata a la castración. Sin embargo, tal como se ha mencionado, luego de las primeras 24 horas empieza a evidenciarse una respuesta de estrés clara en todos estos tratamientos, extendiéndose

incluso hasta el día 21 post castración como en el caso del tratamiento en que se utilizó Analgesia.

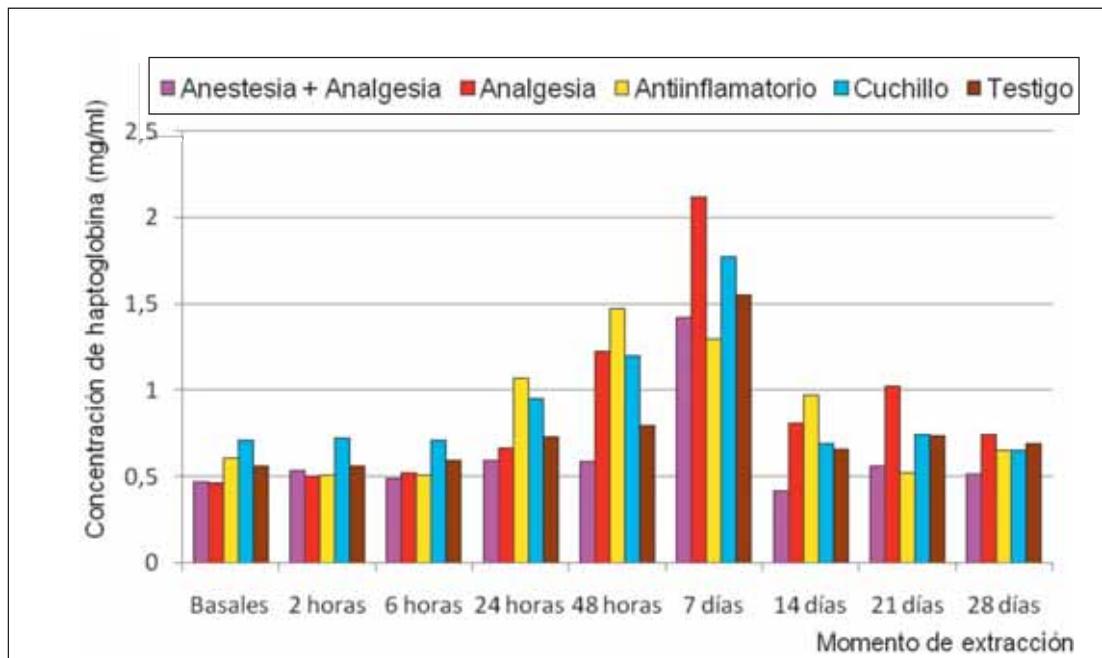
En el Año 1 no se observaban diferencias respecto a valores basales en ningún tratamiento a los 7 días post procedimiento. En el Año 2, recién a los 28 días post castración todos los tratamientos presentan concentraciones de PFA que no diferían de los respectivos valores basales.

### Otros indicadores

En el Año 2, la temperatura rectal y la relación neutrófilo/linfocito no reflejaron diferencias claras entre tratamientos, así como tampoco en relación a la evolución de la respuesta de estrés dentro de cada tratamiento.

### Estado de Herida

En el Año 2 comenzó a evaluarse el estado de la herida el día 7 post castración. A diferencia de los terneros castrados pequeños (tanto una semana como un mes de edad), así como de los terneros de 6 meses del Año 1, en estos animales la utilización de anestesia (y en este caso con la adición de analgesia), presentó mejores resultados



**Figura 18.** Concentración de haptoglobina basal (mg/ml) en diferentes momentos post procedimiento, según los diferentes tratamientos en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 2).

en cuanto a la evolución del estado de la herida. A los 7 y 14 días post castración, este tratamiento (T1) fue el único que no presentó animales con EH 3 (Figura 19 a y b). En la Figura 19 c es posible observar que al día 21, es el único tratamiento en que el 100 % de los animales presentaba EH1.

El tratamiento con antiinflamatorio fue el que tuvo siempre un mayor número de animales con EH entre 2 y 3, seguido por el T4 (cuchillo). En la Figura 19 d puede observarse que al día 28 era el único tratamiento que aún tenía animales con EH3.

### Comportamiento

En el presente experimento se esperaba que los animales con Anestesia y Analgesia presentaran una menor frecuencia de comportamientos asociados a dolor en el día 1. Sin embargo, es posible observar que fueron los que presentaron el mayor número de «G» (Gira la cabeza hacia el lugar del procedimiento) durante el primer día (Figura 20). Al igual que en los terneros castrados más pequeños y tal como sucedió en el Año 1 con terneros de 6 meses, probablemente la manipulación que implica la aplicación de la anestesia y el mismo proceso de inyección, haya provocado este resultado. Es lógico sostener que esto implique una situación de incomodidad y no de dolor. De todas formas, desde el punto de vista del bienestar animal, la incomodidad es relevante y debe ser evitada.

Los resultados del *Scan Sampling* muestran que el Tratamiento de Cuchillo común presenta una mayor frecuencia de PE en el día 1, así como una mayor inmovilidad en comparación con los demás tratamientos (menor C: caminata) (Cuadro 11), sugiriendo una mayor presencia de dolor.

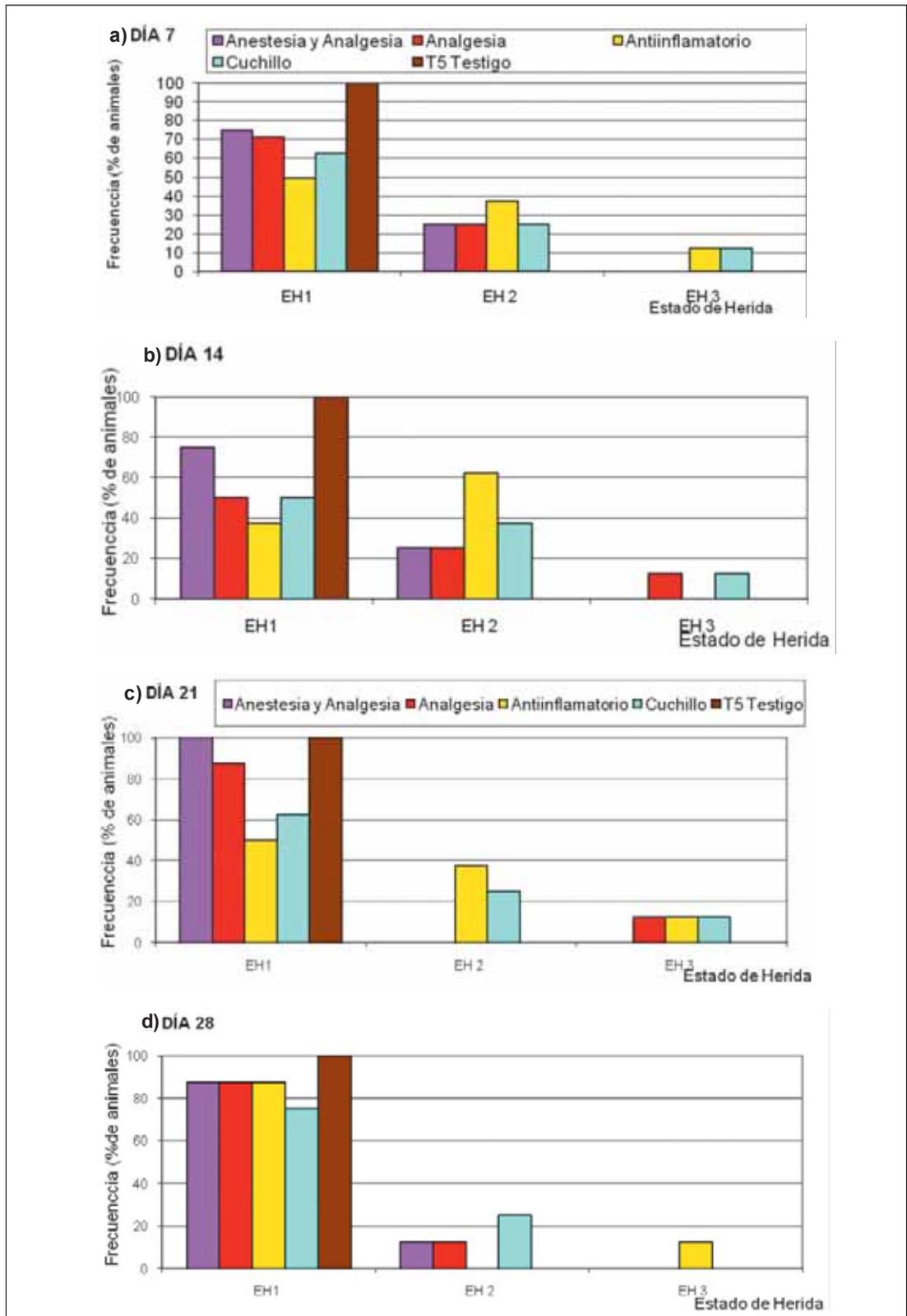
En base a la combinación de ambas metodologías de observación de conducta, es posible afirmar que en los tres primeros días luego de la castración, el tratamiento de Cuchillo presenta un mayor porcentaje de conductas asociadas al dolor que los demás tratamientos. Luego de esos primeros días, los otros tratamientos de cuchillo, es decir aquellos en que el dolor se atenuó en los

primeros días (Analgesia y Antiinflamatorio), comienzan a mostrar el mayor porcentaje de conductas asociadas a dolor.

Los resultados del *Behaviour Sampling* sugieren que los animales que recibieron Analgesia o Antiinflamatorio, presentaron menos dolor enseguida de la castración. En teoría, el efecto del analgésico utilizado no se extiende más allá de las primeras 12-15 horas y el del antiinflamatorio se prolonga hasta las 48 horas post aplicación. En la Figura 20 es posible observar que los animales que recibieron analgesia comenzaron a manifestar molestia/dolor/incomodidad en el día 2, y los de antiinflamatorio al día 7, coincidiendo con lo que se mencionó antes, concluyendo que al día 3 (48 horas post castración), aún está haciendo efecto el Antiinflamatorio. Es así, que al día 7 ya incrementa la frecuencia de los eventos G (Figura 20), los que probablemente hayan comenzado a aparecer a partir del día 4 post castración.

Se destaca que los eventos específico asociados a dolor (G), permanecen con altas frecuencias hasta el día 7 post castración en todos los tratamientos de Cuchillo (menos en el de Anestesia) y que éstos continúan siendo altos hasta el día 28, inclusive en el tratamiento de Analgesia (Figura 20). Asociado a ello, tal como se mencionó antes, todos los tratamientos menos el de Anestesia presentaban animales con EH entre 2 y 3 hasta el día 28 de observación.

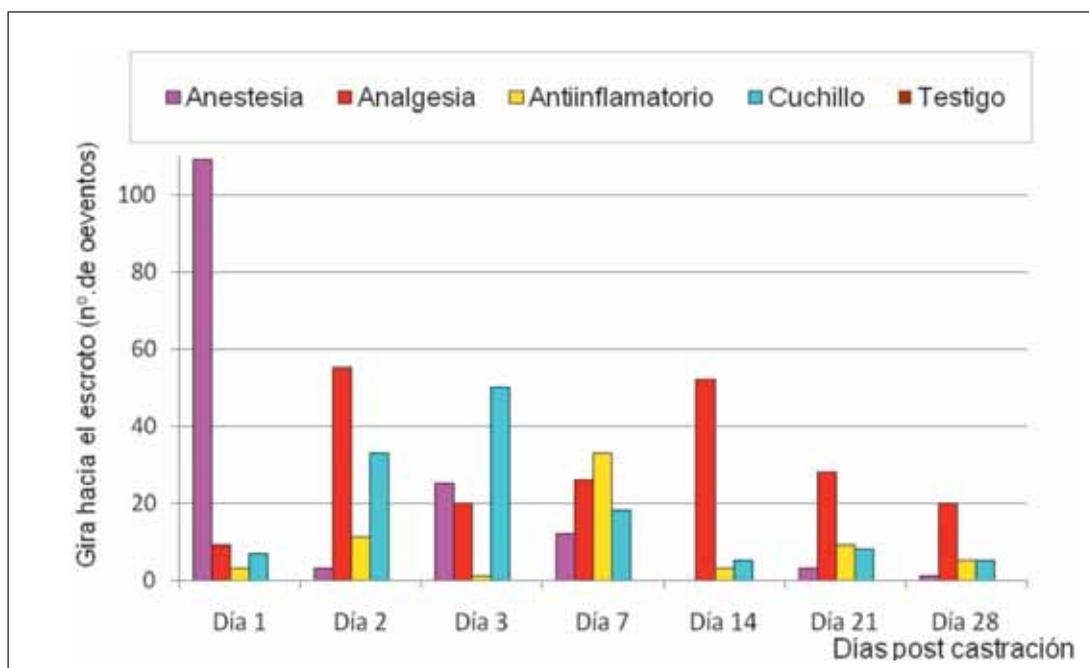
En síntesis e integrando todos los indicadores, es posible inferir que el uso de mitigantes de dolor (Anestésico, Analgésico y en una menor medida el Antiinflamatorio) impidió la ocurrencia de una respuesta de estrés en forma inmediata a la castración. Sin embargo, tal como se ha mencionado, luego de las primeras 24 horas empieza a evidenciarse una respuesta de estrés clara en todos estos tratamientos. Si bien el dolor parece ser evidente luego de las primeras horas incluso en el tratamiento de Anestesia, al integrar indicadores es posible afirmar que es el tratamiento en que el sufrimiento es menos extendido en el tiempo de forma consistente. Por otra parte en el de



**Figura 19 a, b, c y d.** Estado de herida de los diferentes tratamientos a los días 7, 14, 21 y 28 días post castración terneros castrados con 6 meses de edad (Año 2EH1: normal EH2: inflamación EH3: inflamación/infección).

**Cuadro 11.** Comportamiento durante el día post castración, en los diferentes Tratamientos (% de ocurrencia de determinadas posturas y eventos) en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 2).

DÍA 1	Anestesia Analgesia	Analgesia	Antiinflamatorio	Cuchillo	Testigo
Parado encorvado	1%	0%	1%	11%	0%
Parado normal	41%	37%	25%	41%	43%
Camina	11%	10%	14%	1%	21%
Echado lateral	2%	0%	1%	0%	0%
Echado normal	21%	17%	13%	19%	0%
Juega	2%	5%	7%	0%	11%
Toma agua	1%	6%	7%	1%	0%
Pastorea/Ración	21%	26%	32%	27%	25%
Rumia	0%	0%	0%	0%	0%
Total	100%	100%	100%	100%	100%



**Figura 20.** Frecuencia de conductas específicas de dolor (G) en los distintos momentos por Tratamiento en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 2).

Analgesia, el sufrimiento se extiende incluso hasta el día 28 post castración.

Este estrés post castración que se hizo evidente en todas las alternativas evaluadas en el Año 2, también se ve reflejado en la evolución de peso de todos los tratamientos, tal como se vio en la Figura 16. Se destaca que en este año al igual que en el Año 1, todos los tratamientos implicaron el uso del cuchillo.

### 4.3. Año 3

#### *Evolución de peso vivo*

En el Año 3, los animales de los tratamientos con Antiinflamatorio (T4) y Cuchillo tradicional (T5) mantuvieron peso en la primera semana luego de la castración, mientras que los castrados a Goma (T3), aquellos en los que se utilizó Anestesia (T1) y

los Testigo (T6), ganaron peso durante ese período ( $P < 0,05$ ). Estos resultados son consistentes con los obtenidos en el Año 1 con terneros de esta edad, en que los terneros castrados a cuchillo sin el uso de anestesia, mantienen o pierden peso luego de la castración a diferencia de lo que ocurre al utilizar anestesia local. En el Año 2, el tratamiento de Anestesia también perdía peso incluso hasta los dos meses luego de efectuado el procedimiento, pero el mismo comportamiento fue observado en el tratamiento Testigo, lo cual sugiere que en el Año 2, la evolución de peso vivo no fue solamente reflejo de la existencia de dolor/ sufrimiento, sino que pudo haber estado asociado además al tema alimentación, disponibilidad y calidad de forraje.

A la semana post castración, el Tratamiento de Goma presentó mayores valores de peso vivo que el de Antiinflamatorio y el de Cuchillo tradicional y estas diferencias se mantuvieron hasta el día 14 con el Tratamiento de Antiinflamatorio ( $P < 0,05$ ). Parece haber una recuperación de los animales de este último y de los de Cuchillo tradicional durante la segunda semana, siendo mayor el incremento de peso en los animales de Cuchillo (Figura 21).

Es importante destacar que en el tratamiento en que la castración fue realizada con anillos de goma (T3), se observa un descenso de peso a partir del día 21 post-castración, manteniéndose este descenso hasta el día 35.

Los animales en que se usó Antiinflamatorio (T4), son los que los que muestran los pesos más bajos hasta el final del ensayo. A partir del día 35, los terneros castrados con la pinza de Burdizzo (T2) y con Antiinflamatorio (T4) presentan menores valores de peso vivo que los demás tratamientos, hasta el final del ensayo.

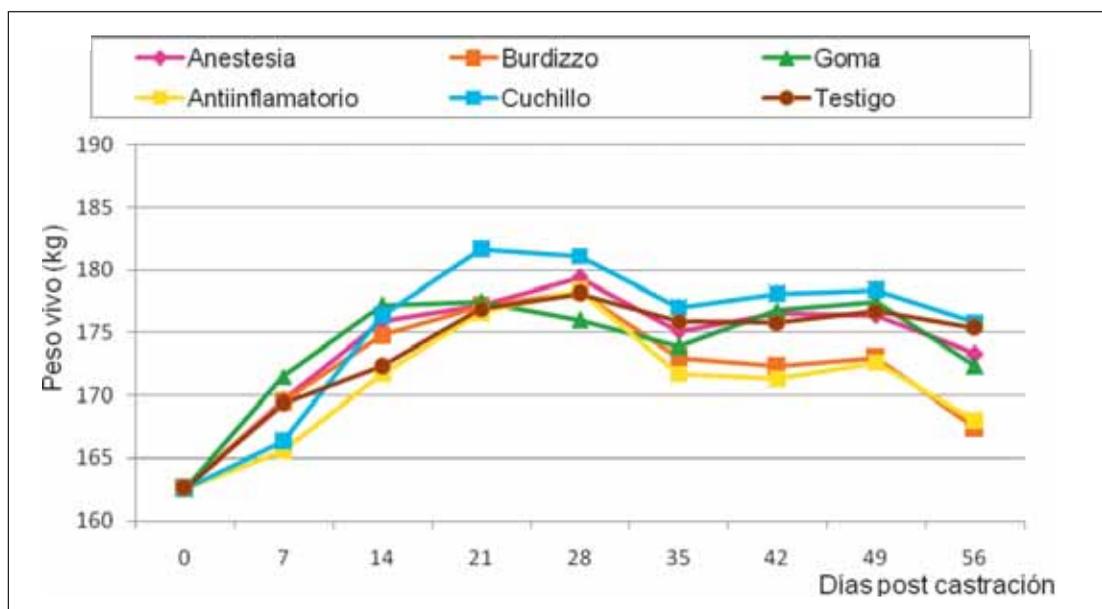
### Resistencia al corte

En la Figura 22 es posible observar que al igual que en el Año 1, el efecto de la anestesia fue determinante en la resistencia que los animales al momento del corte del escroto, mostrando una clara insensibilidad ocasionada por la misma en T1.

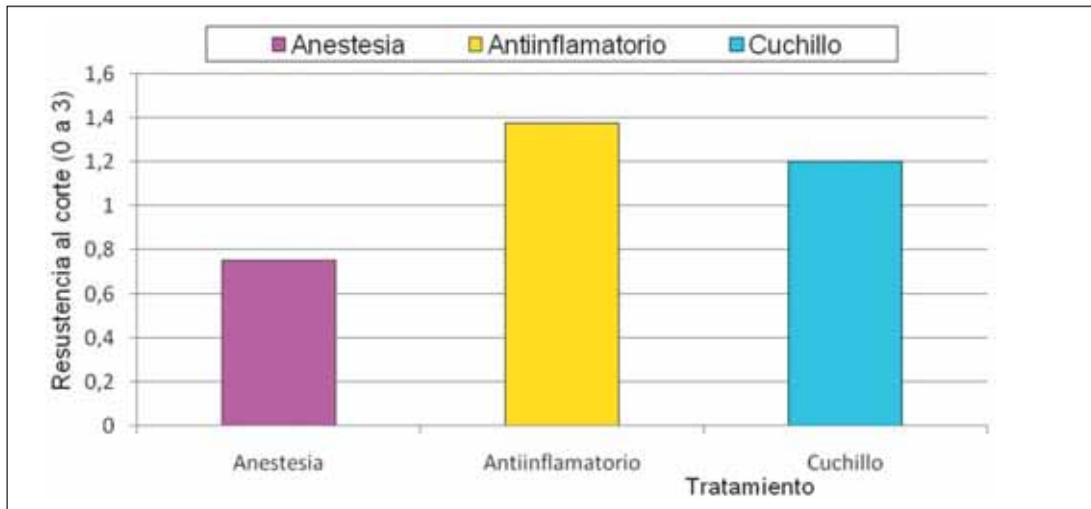
### Indicadores Fisiológicos

#### Cortisol

En el Año 3 tampoco hay diferencias entre tratamientos en los valores basales de cortisol. A las 2,5 horas luego del procedi-



**Figura 21.** Evolución de peso vivo post castración en los diferentes tratamientos en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 3).

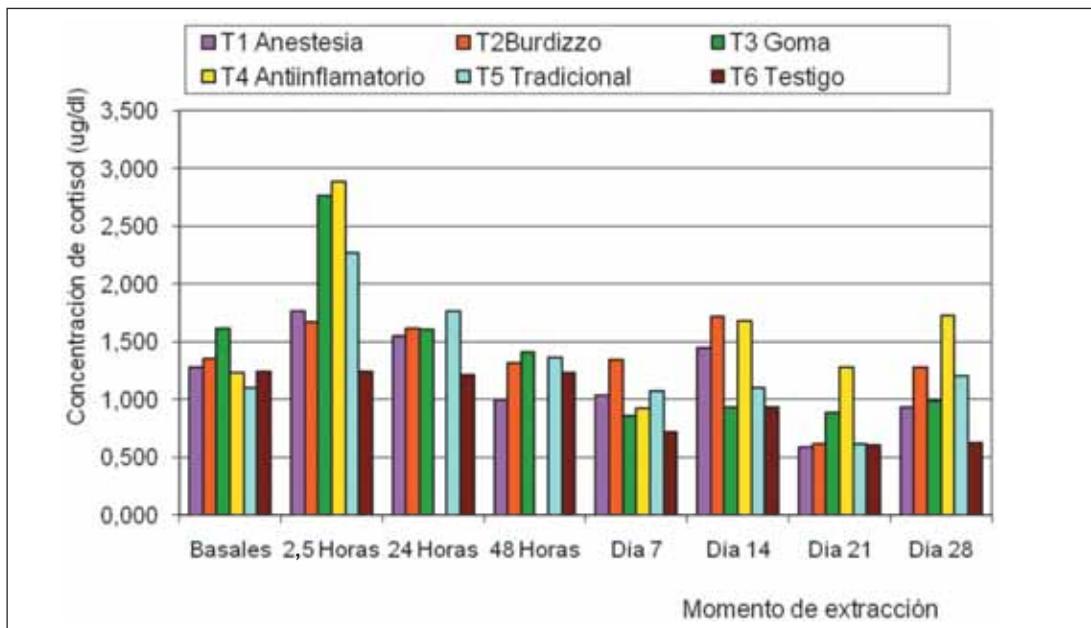


**Figura 22.** Resistencia al corte al momento de la castración en los diferentes tratamientos en que se utilizó cuchillo, en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 3). Escala: 0: sin resistencia 1: poca resistencia 2: resistencia moderada 3: resistencia alta. Barras con diferente letra difieren con  $P < 0,05$ .

miento, el tratamiento de Goma, el de Antiinflamatorio y el de Cuchillo tradicional mostraron un incremento de la concentración de cortisol en sangre respecto a los respectivos valores basales ( $P < 0,05$  - Figura 23).

Probablemente esa respuesta de estrés casi inmediata registrada en esos tres tratamientos, haya sido provocada como respuesta al manejo y manipulación que implicó la cas-

tración y al dolor agudo en los tratamientos en que se utiliza el cuchillo. En el caso específico de los animales en que se les colocó la goma (T3) se observó una incomodidad luego de la primera media hora de la colocación, reflejada por constantes cambios de postura y movimientos descoordinados en los animales. Este efecto tiene una duración de 30 minutos y desaparece totalmente.



**Figura 23.** Concentración de cortisol basal (mg/dL) y en diferentes momentos post procedimiento en los diferentes tratamientos, en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 3).

A las 24 horas, estos Tratamientos a excepción del de Cuchillo tradicional, disminuyeron la concentración de cortisol en sangre, aproximándose a los valores basales.

El tratamiento en que se utilizó anestesia, al igual que en el Año 1, si bien incrementa los valores de cortisol en sangre a las 2 horas post castración, podría asegurarse que es una respuesta al manejo, ya que estos animales se encuentran bajo el efecto de la anestesia y no estarían percibiendo el dolor causado por la cirugía. A las 48 horas post procedimiento, ya no se ven diferencias entre tratamientos. Experimentos realizados en años anteriores ya parecían sugerir que el cortisol no es un indicador que muestre diferencias más allá de las primeras horas, en respuesta de estrés/dolor en animales de 7 meses castrados con diferentes métodos (alta variabilidad individual y terneros que están entrando a la pubertad).

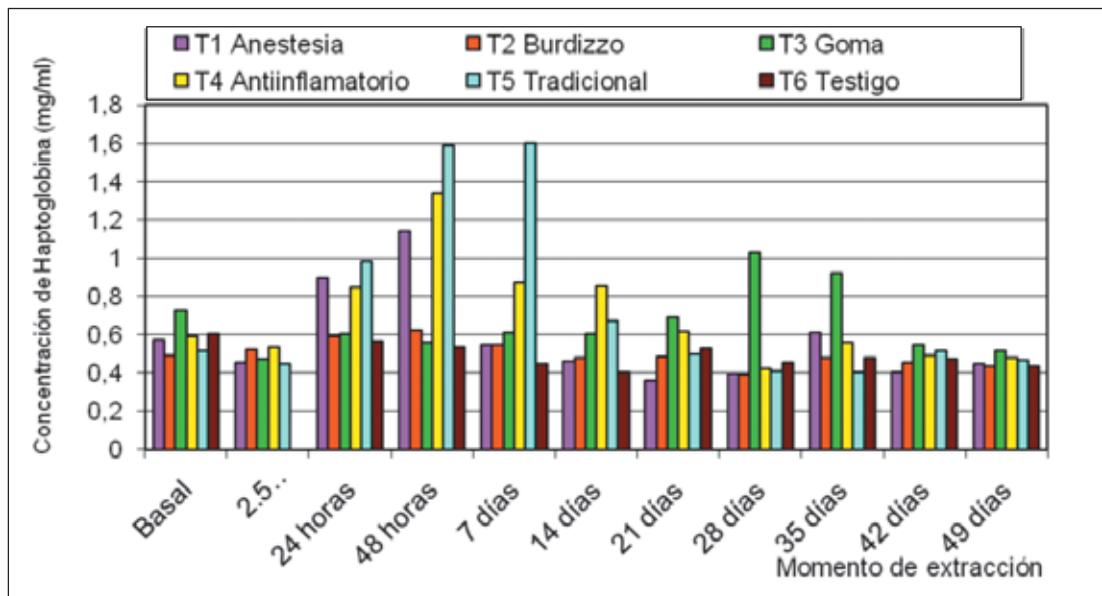
#### Proteínas de fase aguda (PFA)

En el Año 3 no se registran diferencias entre tratamientos en los valores basales de PFA ( $P < 0,05$ ), ni existen incrementos respecto a éstos en las primeras horas post procedimiento en ninguno de los tratamientos evaluados (Figura 24). Estos resultados coinciden con los registrados en los dos años anteriores.

Al igual que en años anteriores, es posible observar un incremento en la concentración de PFA a las 24 horas post castración en todos los tratamientos que implicaron el uso de cuchillo (T1, T4 y T5), incluso en el tratamiento en que la castración se realizó con anestesia (Figura 24). No se registran diferencias ni en el de Burdizzo ni en el Testigo, respecto a valores basales ( $P > 0,05$ ).

Luego de 48 horas, el incremento fue mayor en el tratamiento de Cuchillo tradicional, lo que nos indicaría que fue mayor el desafío impuesto al sistema inmunitario para resolver la situación. Tanto en este tratamiento como en el de Antiinflamatorio, la concentración de PFA continúa con valores mayores a los basales, hasta el día 14 post procedimiento.

El día 21 comienza a registrarse un incremento de las PFA en los animales castrados con Goma, mientras que el Tratamiento de Burdizzo y el Testigo siguen sin mostrar alteraciones respecto a los valores basales. En los días 28 y 35 se observa un aumento significativo en la concentración de PFA en sangre en el tratamiento de Goma, coincidiendo con el comienzo de corte del escroto y caída de testículos (Figura 24). También en ese momento se registra un incremento de la Temperatura corporal en



**Figura 24.** Concentración de haptoglobina basal (mg/ml) en diferentes momentos post procedimiento, en los diferentes tratamientos en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 3).

dichos animales, tal como se verá a continuación.

Es así que a partir de los datos de PFA es posible inferir que al momento de corte de la piel y caída de los testículos (día 28 al 35), ocurre una situación estresante y posiblemente dolorosa para los terneros de 7 meses castrados con anillos de goma.

En el Año 1 no se observaban diferencias respecto a valores basales en ningún tratamiento (todos implicaban uso de cuchillo), a los 7 días post procedimiento. En el Año 2, recién a los 28 días post castración todos los tratamientos de cuchillo presentan concentraciones de PFA que no diferían de los respectivos valores basales. En el Año 3, a los 14 días ya no se observan diferencias en los tratamientos de cuchillo.

En base a la evolución de PFA, el tratamiento de Burdizzo no muestra una respuesta de estrés durante el período experimental y la Goma, estaría provocando una clara respuesta de dolor agudo a partir del día 21 luego de su colocación.

**Temperatura rectal**

En el año 3, en las primeras 24 horas luego de realizada la castración, el único tratamiento que presenta un incremento en la tem-

peratura rectal es el de Antiinflamatorio (Figura 25). A partir de las 24 horas post procedimiento, la temperatura rectal promedio incrementa en todos los tratamientos, incluyendo al grupo Testigo, lo que podría estar explicado por el simple manejo que se realiza para tomar los registros correspondientes, especialmente la extracción de sangre y la medición de temperatura rectal.

Se destaca que el tratamiento de Goma, a las 48 horas y hasta poco antes del día 14 post procedimiento, presenta valores de temperatura corporal similares a los basales, incluso menores que el grupo testigo. A su vez se destaca que el tratamiento con Antiinflamatorio presenta valores promedio por encima de todos los demás, hasta el día 14, lo cual podría estar sugiriendo una mayor respuesta de estrés de estos animales. Los demás tratamientos tienen una variación de temperatura rectal promedio, muy similar a lo largo del ensayo.

El día 21 post castración, ocurre un incremento muy importante de la temperatura corporal en los animales castrados con anillos de goma, respecto a las semanas anteriores. Esto seguiría confirmando la existencia de dolor agudo en este momento, tal como se sugirió al analizar los indicadores anteriores.

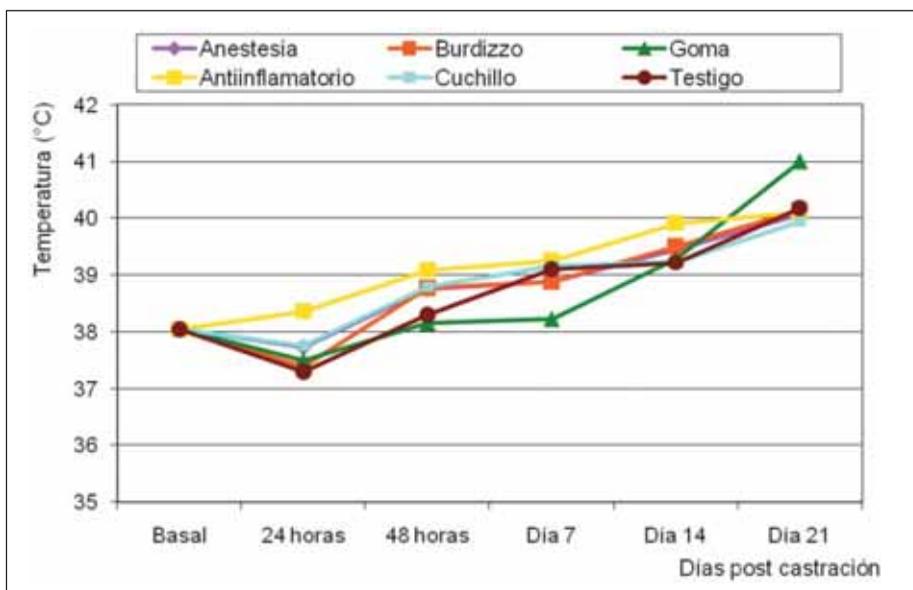


Figura 25. Temperatura rectal por Tratamiento y en diferentes momentos en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 3).

### Relación Neutrófilo/Linfocito

La relación N/L incrementa en forma inmediata a la castración en el tratamiento con Antiinflamatorio, manteniendo los valores elevados hasta el día 28. El máximo ocurre a las 24 horas luego de la castración (Figura 26). Se destaca que fue el tratamiento que presenta los mayores valores de N/L a lo largo de todo el experimento, seguido del tratamiento de Cuchillo en el que los valores son elevados desde las 24 horas hasta los 21 días.

### Estado de Herida

Los tratamientos de Anestesia y Burdizzo no tuvieron problema en este indicador, con la mayoría de los animales presentando al día 14, estado de herida 1 o 1,5 (Figura 27a,b).

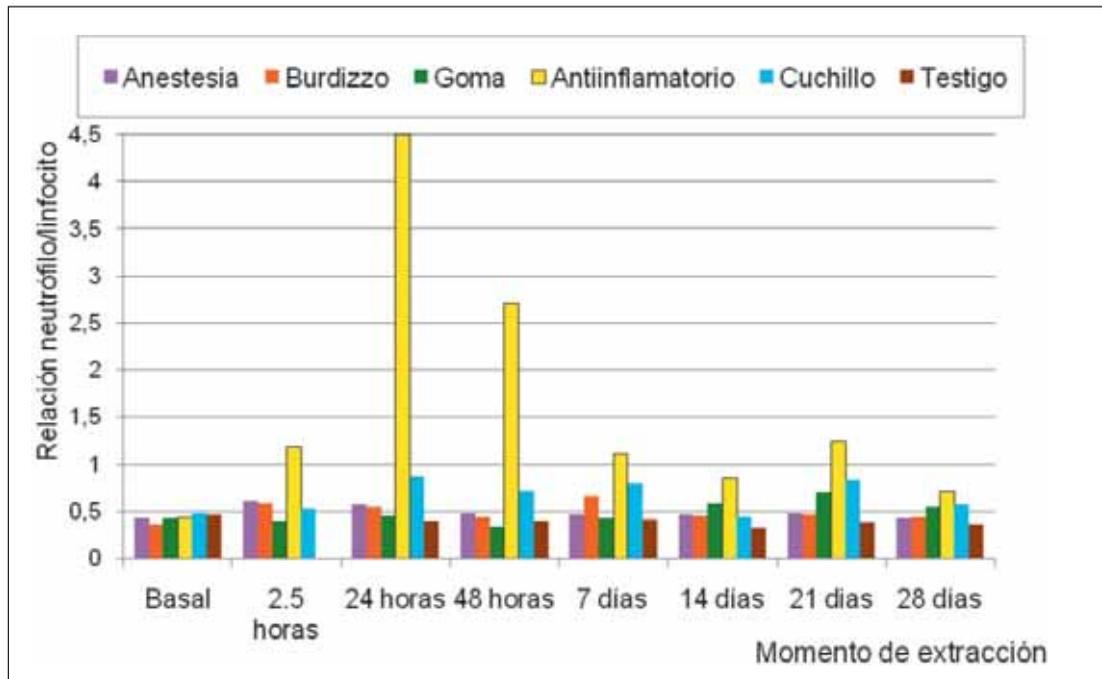
El mayor número de animales con estado de herida 2 o mayor a 2 a lo largo de todo el experimento, se dio en los tratamientos de Antiinflamatorio y Cuchillo tradicional, lo que nos sigue mostrando que en los tratamientos en que se utilizó el cuchillo los ani-

males tuvieron un mayor desafío para superar las consecuencias de la castración.

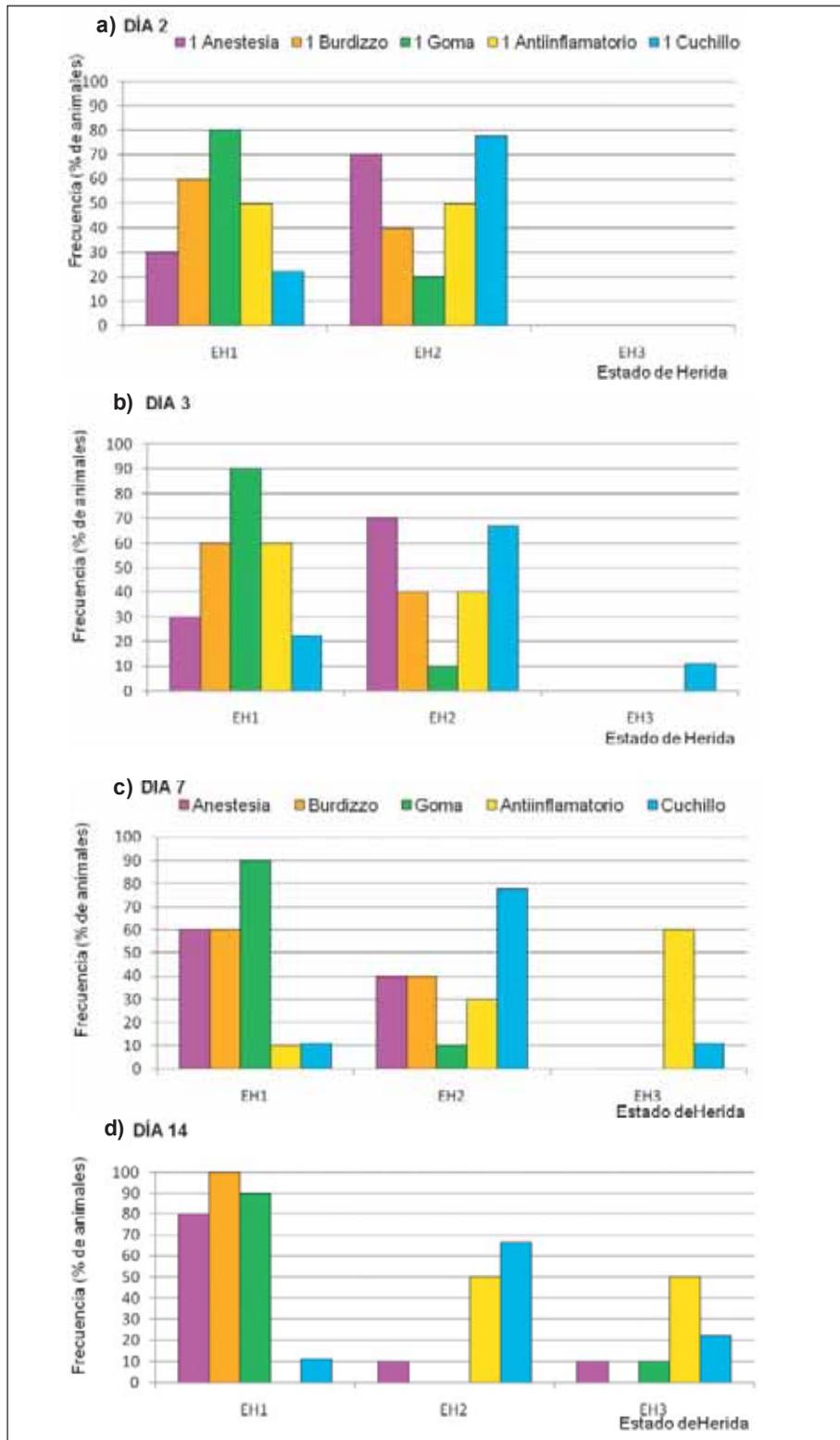
En el tratamiento de Goma se observan estados de herida de 2 o mayores en el entorno de los días 20 a 35 debido a que comienza el corte de los tejidos y la consecuente caída de los testículos, coincidiendo con el incremento de los indicadores fisiológicos en sangre registrados, el incremento de la temperatura rectal, del comportamiento asociado a dolor y con el incremento de la relación neutrófilo/linfocito como se verá a continuación, confirmando la existencia de dolor/molestia en ese momento.

### Comportamiento

Los resultados del *Scan Sampling* muestran que en el Año 3, durante las primeras dos horas luego de la castración, no se observaron conductas asociadas a dolor en los tratamientos de Anestesia y Burdizzo, pero si se pudieron observar signos muy claros de incomodidad en el de Goma durante la segunda media hora después de colocada la misma, tal como fue mencionado antes.



**Figura 26.** Hemogramas. Relación neutrófilo/linfocito en diferentes momentos post procedimiento, en los diferentes tratamientos en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 3).



**Figura 27 a, b, c y d.** Estado de herida de los diferentes tratamientos a los días 2, 3, 7 y 14 días post castración, en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 3).

EH1: normal EH2: inflamación EH3: inflamación/infección.

La ausencia de comportamientos asociados a dolor en el tratamiento de Anestesia, tal como fue mencionado al mostrar los resultados de cortisol en sangre, podría deberse a que los animales se encuentran bajo el efecto de la anestesia y evidentemente en este Año 3 no se registró incomodidad.

En los otros tratamientos de cuchillo (Antiinflamatorio y Cuchillo tradicional) sí se pudieron observar conductas asociadas a dolor durante las dos primeras horas post castración, tales como PE en ambos tratamientos y EL en T5, sugiriendo un efecto doloroso del cuchillo en forma inmediata al procedimiento. Se destaca el Tratamiento 5 (Cuchillo tradicional) con la mayor frecuencia de conductas asociadas a dolor (PE y EL; Cuadro 12), ausencia de rumia durante todo el día 1 y al igual que lo observado en el Año 2, una mayor inmovilidad en estos animales en comparación con los demás tratamientos (menor frecuencia de C: camina; Cuadro 12), reflejando la sensación dolorosa. Esto coincide con el incremento de cortisol y PFA registrado en estos animales durante las primeras 24 horas post castración.

Además, al analizar los resultados del *Behaviour Sampling*, puede observarse que en el día 1, el tratamiento de Cuchillo tradicional presenta una mayor ocurrencia de «G» que los demás tratamientos (también se ob-

serva una alta ocurrencia en el T3 durante la primera media hora como fue mencionado).

Durante el día 2, se observa que todos los tratamientos, a excepción del T5 permanecen entre el 40 y 50 % del tiempo echados con un alto porcentaje de rumia (Cuadro 13), lo que podría sugerir que se encuentran en un estado aceptable de equilibrio o bienestar. En el tratamiento de Cuchillo tradicional entonces (T5) durante el día 2, la rumia representa un bajo porcentaje del tiempo y es el tratamiento que destina menor porcentaje de tiempo a conductas de alimentación (Cuadro 13).

Sin embargo, al analizar los resultados del *Behaviour Sampling* durante el día 2, es posible observar un incremento de la frecuencia de «G» tanto en el de Cuchillo tradicional como en el de Antiinflamatorio. Este último, permanece con frecuencias considerables hasta el día 21 post castración y pudo observarse esta conducta específica de incomodidad/dolor, hasta el último día del experimento. En este tratamiento, la resolución de la herida fue compleja y tal como se muestra en la Figura 27, es el tratamiento que presenta mayores dificultades para resolver el sitio de la herida/cirugía. El tratamiento de cuchillo (T5; Figura 28), permanece con frecuencias considerables al menos hasta el día 14 post castración.

**Cuadro 12.** Comportamiento durante el día 1 post castración, en los diferentes tratamientos (% de ocurrencia de determinadas posturas y eventos), en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 3).

DÍA 1	Anestesia	Burdizzo	Goma	Antiinflamatorio	Cuchillo	Testigo
Parado encorvado	0,0	1,0	10,0	22,5	33,3	0,0
Parado normal	51,8	55,1	25,7	23,9	41,3	92,1
Echado normal	11,1	4,6	17,9	3,6	14,3	7,9
Echado lateral	0,0	0,0	2,1	0,0	7,9	0,0
C Social +	0,5	1,0	0,7	0,0	0,0	0,0
C Social -	2,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Pastorea	11,6	11,7	10,7	31,9	0,0	0,0
Ración	1,0	4,1	4,3	7,2	0,0	0,0
Camina	16,1	17,3	15,0	8,0	3,2	0,0
Gira la cabeza	0,0	0,0	8,6	0,0	0,0	0,0
Rumia	5,0	4,6	5,0	2,9	0,0	0,0

**Cuadro 13.** Frecuencia de Pastoreo y Rumia durante el día 2 post castración, en los diferentes Tratamientos, en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 3).

DÍA 2	Anestesia	Burdizzo	Goma	Antiinflamatorio	Cuchillo	Testigo
Pastoreo	14,6	3,8	4,2	8,8	1,9	3,7
Rumia	15,5	16,3	17,9	12,1	4,2	5,6

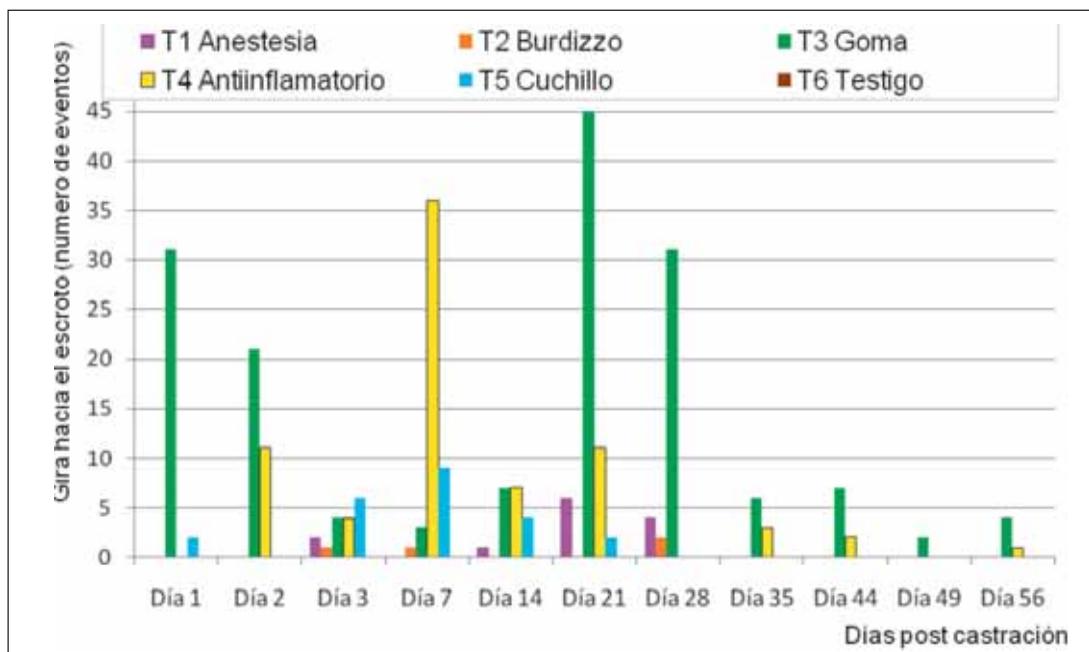
Se destaca también la ocurrencia de eventos asociados a dolor en el tratamiento de Goma durante el día 2, destacándose que estos eventos específicos asociados a dolor, se mantienen con una frecuencia considerable durante todo el período experimental en este tratamiento (Figura 28). A su vez, a partir del día 21 post-castración se observa claramente un incremento en la ocurrencia de eventos «G» (gira la cabeza hacia el escroto) en este tratamiento (Goma). Si bien el dolor es evidente en estos animales durante todo el período, dicho incremento a partir del día 21, es un indicador más (junto a PFA, N/L, temperatura corporal) que estaría confirmando una mayor sensación de dolor a partir de ese momento.

En el tratamiento de Burdizzo no se registraron conductas ni eventos asociados a dolor, a través de las dos metodologías de

observación utilizadas, durante todo el período experimental.

En síntesis e integrando todos los indicadores, se destaca que los tratamientos que implicaron el uso del cuchillo y sin aplicar productos mitigantes de dolor, provocan dolor en forma inmediata a la castración, extendiéndose al menos hasta el día 14 post procedimiento. En este año, el uso de Antiinflamatorio dificultó la resolución del sitio de la cirugía, provocando una mayor sensación dolorosa incluso que en el tratamiento de Cuchillo tradicional.

En el tratamiento de Burdizzo no fue posible evidenciar la sensación dolor/incomodidad a través de ninguno de los indicadores utilizados, durante el período experimental, sugiriendo que podría ser el método menos estresante para terneros de esta edad. En contraste, el uso de anillos de Goma, esta-



**Figura 28.** Frecuencia de conductas específicas de dolor (G) en los distintos momentos por tratamiento en terneros castrados con 6 meses de edad (Año 1).

ría provocando una clara respuesta de dolor en forma permanente (crónico), volviéndose muy crítica a partir del día 21 luego de su colocación.

### Temperamento

En el Año 3 no se registraron diferencias significativas en el temperamento inicial y final en los tratamientos castrados. En el Año 1 todos los tratamientos (que todos implicaban el uso del cuchillo), se habían vuelto más excitables durante el experimento (Figura 29).

Es importante destacar que con las Buenas Prácticas de Manejo realizadas, en el tratamiento Testigo, que no fue sometido a ninguna práctica dolorosa, se logró un efecto positivo del Temperamento, como puede observarse en la Figura 29.

### 4.4. Discusión integrada de indicadores de los tres años

La pinza de Burdizzo puede ser una herramienta adecuada para castrar terneros de 6 meses de edad. Según cada uno de los indicadores evaluados y su posterior integra-

ción, éste sería el método que causaría una menor respuesta de estrés en esta edad. De todas formas, el mismo también ocasiona un proceso inflamatorio, por lo cual se supone que ocasiona, aunque en menor medida, una respuesta dolorosa que debería atenderse. La aplicación de la misma por un operario con experiencia puede hacer la diferencia en la cantidad de animales que efectivamente quedan castrados.

A través de la integración de indicadores, es posible asegurar que todos los demás métodos de castración utilizados provocaron una respuesta de estrés y dolor relevante en los terneros castrados con 6 meses de edad y en esta época del año.

El uso del Cuchillo en forma tradicional no solamente provoca dolor agudo, sino que éste se extiende mucho más allá de los primeros tres días post castración, pudiendo llegar hasta los 28 días o más, en base a algunos indicadores.

El uso del Emasculador no disminuye el estrés o dolor provocado por la cirugía, ni la evolución posterior del sitio del corte.

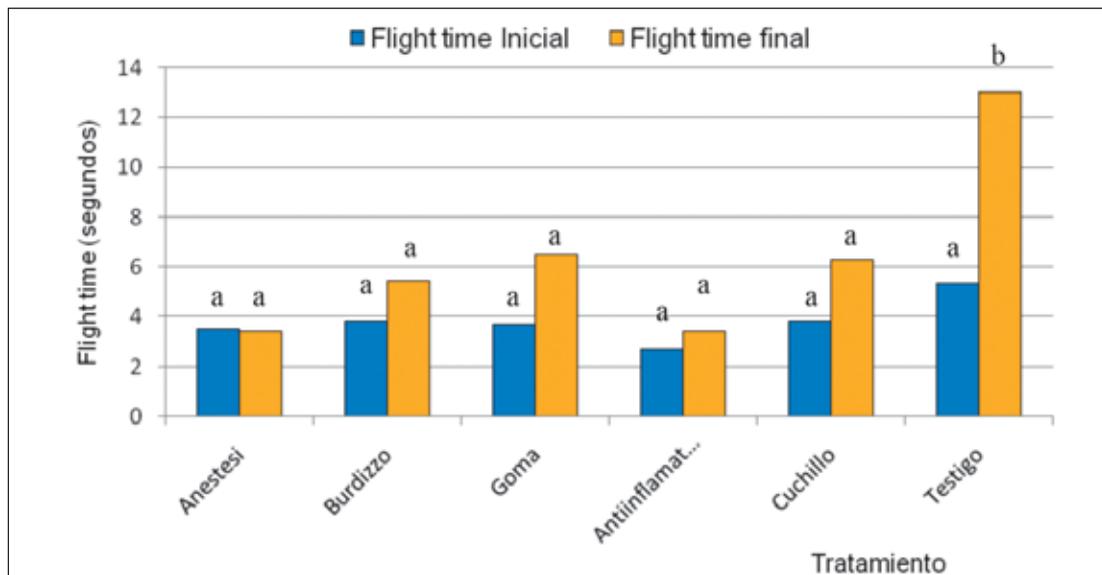


Figura 29. Flight Time al inicio del experimento y al final del mismo (60 días), por Tratamiento. Barras con diferente letra dentro del mismo Tratamiento difieren con  $P < 0,05$ .

La utilización de Anestesia local disminuye la sensación de dolor al momento del corte y durante el primer día luego de la castración. De todas formas, la evidencia muestra que el dolor post cirugía continúa mucho más allá de las primeras 24 horas cuando se utiliza el cuchillo (aunque se use analgesia, antiinflamatorio). Por otra parte, la utilización de anestesia local genera una sensación de incomodidad claramente manifestada también por estos animales de mayor edad, pero al no evidenciarse complicaciones en la resolución del sitio de corte, su utilización es recomendada en terneros castrados con 6 meses de edad. La utilización de Analgesia minimizaría el dolor durante las primeras horas post castración, pero y tal como se ha mencionado previamente, el dolor post cirugía continúa mucho más allá de las primeras 24 horas cuando se utiliza el cuchillo.

La respuesta a la aplicación de Antiinflamatorios no es clara, con efectos positivos y negativos en los diferentes años, especialmente en lo que tiene que ver con la resolución de la herida/sitio del corte.

La castración con Goma provoca incomodidad en forma inmediata a la castración, pero se destaca que la sensación dolorosa fue evidente durante al menos dos meses, con una situación crítica a partir del momento de corte de piel y caída de testículo y con evidentes complicaciones en el sitio de colocación. La utilización de la goma no se recomienda en terneros de esta edad.

## 5. CONSIDERACIONES FINALES

- Las diferencias entre métodos de castración en cuanto a la respuesta de estrés que provocan, son menores, cuanto menor es el animal.
- La goma sería una herramienta válida para terneros castrados a edades menores de un mes y no se recomendaría su uso en terneros de mayor edad.
- La utilización de productos atenuantes del dolor son más efectivos o presentan una mayor respuesta, en terneros de mayor edad.
- La anestesia local disminuye la sensación de dolor en las primeras horas post procedimiento. Sin embargo, es evidente que provoca incomodidad, principalmente en terneros pequeños. Esto sumado a la poca practicidad de su uso, tiempo insumido, etc., pondría en tela de juicio su utilización en nuestras condiciones de producción en terneros de hasta 1 mes de edad.
- La anestesia local se recomienda si la castración se realiza en terneros de más de un mes de edad.
- La castración a cuchillo en forma tradicional provoca dolor en los animales, independientemente de la edad. Esto nos indica que a pesar que la respuesta de estrés es menor en los terneros recién nacidos, el sufrimiento es evidente y por tanto deberían utilizarse productos para evitarlo. Se recomienda la aplicación de un mitigante de dolor unos minutos previos a la cirugía.
- Habiéndose comprobado que el dolor se extiende al menos hasta el mes luego de efectuada la castración, en caso de que la castración deba hacerse con terneros de 6 meses, se recomienda la aplicación de productos mitigantes del dolor, durante al menos las primeras semanas post castración.
- Se recomienda que la castración sea realizada cuanto antes en la vida del animal, independientemente del método a utilizar.