

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**Departamento de Fisiología (Fisiología Animal)**



**TESIS DOCTORAL**

**Influencia en los niveles de serotonina, dopamina y testosterona, en el comportamiento agresivo-combativo en el toro de lidia (*Bos taurus L.*)**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

**Francisco Javier Jiménez Blanco**

Directores

**Juan Carlos Illera del Portal  
Gema Silván Granado**

**Madrid, 2014**

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE VETERINARIA



INFLUENCIA DE LOS NIVELES DE SEROTONINA,  
DOPAMINA Y TESTOSTERONA, EN EL  
COMPORTAMIENTO AGRESIVO-COMBATIVO  
EN EL TORO DE LIDIA (*Bos taurus L.*)

Francisco Javier Jiménez Blanco

TESIS DOCTORAL

2014





El **Prof. Dr. D. Juan Carlos Illera del Portal** y la **Dra. Dña. Gema Silván Granado**, certifican que:

D. **Francisco Javier Jiménez Blanco**, licenciado en Veterinaria, ha realizado bajo nuestra dirección la Tesis Doctoral titulada: “**INFLUENCIA DE LOS NIVELES DE SEROTONINA, DOPAMINA Y TESTOSTERONA, EN EL COMPORTAMIENTO AGRESIVO-COMBATIVO EN EL TORO DE LIDIA (*Bos Taurus*, L.)**”. Este trabajo, que presenta para optar al título de Doctor, ha sido realizado en el Departamento de Fisiología (Fisiología Animal) de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid.

Y para que conste, firmamos el presente certificado en Madrid, a 10 de enero de 2014.

VºBº Directores de la Tesis Doctoral

Fdo.: Juan Carlos Illera del Portal

Fdo.: Gema Silván Granado

Fdo.: Francisco Javier Jiménez Blanco



*A todos y a cada uno de mis seres queridos padres, hermanos, amigos y a Mamen.*



# AGRADECIMIENTOS

Una vez terminado el trabajo de la tesis doctoral, nos corresponde culminarla, con el apartado de agradecimientos.

Este apartado, no es tan fácil como en un principio yo pensaba, porque para mí, es de vital importancia un refrán o dicho " De bien nacido es ser agradecido " y no me gustaría olvidarme de alguien que haya sido importante para mi evolución como persona y como profesional.

Siempre he considerado la vida como un buen cuadro o lienzo, el cual en mi caso ha sido pintado por varios o muchos autores, cada uno de ellos ha dejado la correspondiente impronta con su pincel y han compuesto la obra final y culminado, por este motivo voy a intentar cual o cuales han sido los distintos autores que han influido en la terminación hasta la fecha de hoy del cuadro en cuestión.

Todo cuadro tiene como base el lienzo sobre el cual se va a trabajar, pues ese inicio del cuadro se lleva a cabo en los inicios de mis estudios de bachillerato y no puedo olvidar y con cariño los años pasado en el colegio de Los Jesuitas en mi Sevilla de juventud y por lo tanto agradezco a todos los profesores que tuve allí por me dieron solidez a los primeros trazos del inicio o boceto inicial.

Una vez terminada esta fase el lienzo se ve influenciado por mi fase universitaria y es aquí donde me acabe de formar como persona y como inicio de mi futura profesionalidad. Es aquí donde encuentro profesores y compañeros que me enseñan tantas cosas de vital importancia y que quede claro que no fue nada fácil en ningún aspecto pero fue impresionante poder vivir esta experiencia. Entre los profesores que dejaron impronta en el lienzo fueron catedráticos de mucho peso específico tales como Rafael Martín Roldán, Mariano Illera, Tomás Pérez, Eduardo Gallego, Eduardo Respaldiza, Luis Ruiz Abad, Francisco Brotons, Bernabé Sanz, Carlos Luis de Cuenca.

Dentro de los compañeros encontrados en esa facultad de Veterinaria y que dieron grandes pinceladas en el lienzo en cuestión y espero no olvidarme de ninguno empezaremos nombrando a Carlos Contera, Luis Miguel Arribas Andres, Juan Manuel Fernández Ahedo, Luis Alberto Centenera Rozas, José Antonio Donoso Fernández, Manuel Camarero, Juan Manuel Gullias Mariño, Mariano de Jove, Francisco Salamanca, Lourdes Gómez Rodoulofo, Isabel Fuentes Corripio, Rosario Martín, Pilar Heras Lobato, y un larguísimo etc que me llevaría un sin fin de folios por escribir.

En la fase de ejercicio profesional y más específicamente en la relacionada con el toro bravo, no debo olvidar la ayuda inconmensurable de ganaderos, empresarios del sector de zoonosológicos y alimentación así como de profesionales de gran relevancia y mucho peso específico en el sector.

Empezando por los ganaderos que han dejado huella imborrable en la obra final no puedo olvidar a mi gran valedor Manolo Aleas y su mujer Carmen, el cual me presento a un gran ser humano, gran torero y ganadero que fue Domingo Ortega, y debo seguir nombrando a José Luis Buendía, José Murube, Luis Algarra , Fernando Cuadri, Manuel Bajo, Salvador Martín, José Ortega Cano, Juan Antonio Ruiz Espartaco, Manuel Tornay, Antonio San Román, Germán Gervas, Samuel Flores, Borja Domecq, Hermanos Hernández Tabernilla, Hermanos Fraile, Pedro Gutierrez Moya, Antonio Macandro, Manuel Ángel Millares, Adolfo Martín, Leopoldo Maza, Miguel Báez El Litri, Hermanos González, Dolores Aguirre, Clotilde Calvo, Fernando Vázquez, Carlos Cancela y ocurre lo mismo que en el caso anterior un largo etc que sería muy complicado de concluir.

En cuanto a profesionales no puedo dejar de nombrar a mi entrañable amigo Manuel Sanz que ha sido maestro de maestros en todos los aspectos de mi vida y seguiré por Juan Villalon, Javier Arriola, Juan Luis Criado, Juan Miguel Sánchez Mejias, Antonio Vázquez, Adolfo Rodríguez Montesinos, Juan Algar, Fernando Mirats y los anteriormente mencionados incluidos dentro del grupo de compañeros universitarios.

Dentro de los empresarios, de los distintos sectores, debo de recordar con gran gratitud cariño y aprecio a Modesto Artacho, José Manjon, Regí Teucq, Luis Ronda, Luciano Gutiérrez, Víctor Aguirre, José María Garzón, Maximino Pérez, Pedro Balaña, Manuel Chopera, Hermanos Lozano, Tomás Enteró, Antonio Matilla y otro largo etc de dificultad máxima de complementar.

Hay un grupo de personas con los que he tenido muchas circunstancias convividas de muchísima relevancia en el desempeño de mis funciones profesionales como son presidentes y secretarios de actas de plazas como Madrid, Guadalajara, Sevilla, Colmenar Viejo, Aranjuez, San Sebastián de los Reyes entre otras.

Hay un grupo de amigos dentro de los cuales debo de mencionar a un grupo de personas que unos están y otros no lo están como es el caso de Pedro Macias y Manuel " El Plátano". Dentro del otro grupo, es decir de los presentes a Ángel Luis Peña, Ginés Bartolome, Juan Pablo Colmenarejo, Máximo y su mujer Ana, Miguel Flores,

No puedo terminar sin mencionar a las personas que han estado conmigo el día a día y que sin ellos hubiera sido imposible el terminar este cuadro e inicialmente debo nombrar a una persona muy especial que me ha entendido, comprendido y aguantado en uno de los momentos más difíciles y duros de mi vida (en toda la amplitud de las palabras ) que no ha sido otra que María del Carmen Fernandez González, Mamen para los amigos, que ha tenido una paciencia inconmensurable durante estos últimos cuatro años.

Para mí es un grandísimo honor y por lo tanto mi máxima gratitud a mis dos directores de la tesis los doctores Juan Carlos Illera del Portal y Gema Silvan Granado por su confianza depositada en mí y su grandísima paciencia que ha sido mucha.

También quiero expresar mi gratitud a Sara Cáceres y Leticia Martínez por su capacidad de aguante y gran ayuda prestada en el laboratorio.

Para finalizar mi más inmensa gratitud a mis padres José Jiménez Rebato y Petra Regalado Blanco Fuentes (para todos nosotros Regalo ) a mi segundos padres Gabriel Martín Vaquera e Isabel Guerrero Linero y a mis queridísimos tres hermanos José Ignacio Jiménez Blanco, María Leticia Jiménez Blanco, María Paloma Jiménez Blanco y como no a mis entrañables sobrinos Juan, Leticia, Nacho y Leticia de los cuales aprendí a querer de otra forma para mi desconocida hasta sus correspondientes nacimientos. También gracias cuñado, Paulino y cuñada Gloria.

Gracias a todos los amigos nombrados y no nombrados así como a todos mis enemigos que sin ellos tampoco hubiera sido posible esta obra.

Un abrazo y máxima gratitud para todos de corazón. Nos vemos pronto.

# ÍNDICE



<b>ACRÓNIMOS</b> .....	7
<b>RESUMEN</b> .....	13
<b>SUMMARY</b> .....	29
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	39
1. EL TORO DE LIDIA.....	41
1.A Apunte histórico del ganado de lidia.....	41
1.B Encastes del toro de lidia.....	47
1.C Tipos de festejos.....	51
1.C.1 Festejos de lidia ordinaria a pie.....	51
2. FISIOLÓGÍA DE LA AGRESIVIDAD.....	55
2.A Concepto de agresividad.....	55
2.A.1 Clasificación de la agresividad.....	56
2.B Bases Neurofisiológicas de la agresividad.....	58
2.B.1 Neuromodulación Dopaminica.....	60
2.B.2 Neuromodulación Gabaérgica.....	61
2.B.3 Neuromodulación Noradrenérgica.....	63
2.B.4 Neuromodulación Serotoninérgica.....	64
2.B.5 Neuromodulación por Andrógenos.....	67
2.C Agresividad en el toro de lidia.....	70
3. ESTRÉS Y AGRESIVIDAD.....	73
<b>OBJETIVOS</b> .....	77
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	81
1. ANIMALES.....	83
1.A Grupo control.....	83

1.B Becerros.....	84
1.C Toros de lidia ordinaria.....	85
2. PROCESADO DE MUESTRAS.....	87
3. MEDIDAS DE LAS CONCENTRACIONES DE HORMONAS EN SANGRE.....	88
3.A EIA de competición.....	89
3.A.1 Determinación de la concentración de serotonina y dopamina en suero.....	89
3.A.2 Determinación de la concentración de testosterona en suero.....	93
4. METODO OBSERVACIONAL DIRECTO.....	97
5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	102
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>105</b>
1. DISTRIBUCIÓN DE LAS NOTAS DE COMPORTAMIENTO AGRESIVO EN LA POBLACIÓN DE TOROS.....	107
1.A Distribución de notas de comportamiento agresivo en la población de toros.....	107
1.B. Distribución de notas de comportamiento agresivo en los distintos encastes.....	108
2. CONCENTRACIONES INDIVIDUALES DE SEROTONINA, DOPAMNA Y TESTOSTERONA EN LA POBLACIÓN DE BECERROS Y DE TOROS.....	110
3. CONCENTRACIÓN DE SEROTONINA.....	121
3.A Concentración de serotonina en suero.....	121
3.B Concentración de serotonina en los distintos encastes.....	122

3.C Concentración de serotonina en suero y notas de comportamiento agresivo.....	124
3.C.1 Correlación entre concentraciones de serotonina en suero medida en toros y notas de agresividad durante su lidia.....	124
3.C.2 Determinación del valor umbral de serotonina que permite diferenciar los subgrupos de animales con diferente comportamiento.....	126
4. CONCENTRACIÓN DE DOPAMINA.....	130
4.A Concentración de dopamina en suero.....	130
4.B Concentración de dopamina en los distintos encastes.....	131
4.C Concentración de dopamina en y notas de comportamiento agresivo.....	133
4.C.1 Correlación entre concentraciones de dopamina en suero medida en toros y notas de agresividad durante su lidia.....	133
4.C.2 Determinación del valor umbral de dopamina que permite diferenciar los subgrupos de animales con diferente comportamiento.....	135
5. CONCENTRACIÓN DE TESTOSTERONA.....	139
5.A Concentración de testosterona en suero.....	139
5.B Concentración de testosterona en los distintos encastes.. ..	140
5.C Concentración de testosterona en y notas de comportamiento agresivo.....	141
5.C.1 Correlación entre concentraciones de testosterona en suero medida en toros y notas de agresividad durante su lidia.....	141
5.C.2 Determinación del valor umbral de testosterona que permite diferenciar los subgrupos de animales con diferente comportamiento.....	142
6. RELACIÓN ENTRE SEROTONINA, DOPAMINA Y TESTOSTERONA EN BECERROS Y COMPORTAMIENTO AGRESIVO DURANTE SU POSTERIOR LIDIA.....	147

6.A	Concentración de serotonina en suero medida en becerros durante su herradero, en el momento de su lidia posterior y su relación con las notas de agresividad.....	146
6.B	Concentración de dopamina en suero medida en becerros durante su herradero, en el momento de su lidia posterior y su relación con las notas de agresividad.....	153
6.C	Concentración de testosterona en suero medida en becerros durante su herradero, en el momento de su lidia posterior y su relación con las notas de agresividad.....	160

**DISCUSIÓN.....167**

1.	AGRESIVIDAD EN EL TORO DE LIDIA.....	169
1.A	Medida de la agresividad en los toros de lidia.....	170
1.B	La serotonina es un valor constante a lo largo de la vida del toro de lidia.....	172
1.C	La concentración sérica de serotonina está relacionada con el comportamiento agresivo del toro bravo durante su lidia....	174
1.D	La dopamina es un valor constante a lo largo de la vida del toro de lida.....	178
1.E	La concentración sérica de dopamina esta relacionada con el comportamiento agresivo del toro bravo durante su lidia....	179
1.F	Interacción entre serotonina y dopamina en el comportamiento agresivo del toro de lidi.....	182
1.G	La testosterona en el toro de lidia no correlaciona con la manifestación de agresividad durante la lidia.....	185
1.H	La testosterona en el toro de lidia no correlaciona con la manifestación agresiva durante la lidia.....	186
1.I	Encastes y agresividad.....	187
2.	SEGUIMIENTO DE LOS BECERROS HASTA SU LIDIA.....	190

**CONCLUSIONES.....193**

**BIBLIOGRAFÍA.....197**

# ACRÓNIMOS

RESUMEN

SUMMARY

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

MATERIAL Y MÉTODOS

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



## ACRÓNIMOS

5-HT: *Serotonin 5-hydroxytryptamine* - Serotonina 5-Hidroxitriptamina

### A

---

ACTH: *Adrenocorticotrophic Hormone* - Hormona adrenocorticotropa

ARNm: Ácido ribonucleico mensajero

### C

---

C: Centigrado

CRH: *Corticotropin Releasing Hormone* - Hormona liberadora de corticotropina

### E

---

EIA: *Enzyme-immuno Assay* - Enzimo Inmunoanálisis

ELISA: *Enzyme-linked Immunosorbent Assay* - Análisis enzimático ligado a un inmunoabsorbente

### F

---

FSH: *Follicle Stimulating Hormone* – Hormona folículo estimulante

## G

---

g: *Gram* - Gramo(s)

GABA: *Gamma-hydroxybutyric acid* - Ácido gamma-hidroxibutírico

GnRH: *Gonadotropin-releasing Hormone* - Hormona liberadora de gonadotropinas

## H

---

HHA: *Hypothalamic-hypophyseal-adrenal* - Eje hipotálamo hipófisis adrenal

## L

---

LCR: Líquido Cefalorraquídeo

L Dopa – *L Dopamine* – L Dopamina

LH: *Luteinizing hormone* – Hormona luteínica

## M

---

M: Molar

mg: *Miligram* - Miligramo(s)

ml: *Mililiter* - Mililitro(s)

μl: *Microliter* - Microlitro(s)

## **N**

---

ng: *Nanogram* - Nanogramo(s)

nm: *Nanometre* - Nanometro(s)

## **P**

---

pg: *Picogram* - Picogramo(s)

PSI: *Pounds per Square Inch* - Libras por pulgada cuadrada

## **R**

---

ROC: *Receiver Operating Characteristic* - Característica operativa del receptor

## **S**

---

SNA: Sistema Nervioso Autónomo

SNC: Sistema Nervioso Central

## **T**

---

TMB: *Timidil Benzidine* – Timidilbencidina

TSH: *Tyroid stimulating hormone* – Hormona estimulante de la tiroides

## U

---

UCM: Universidad Complutense de Madrid

## V

---

VTA: *Ventral Tegmental Area* - Área Tegmental Ventral

ACRÓNIMOS

## **RESUMEN**

SUMMARY

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

MATERIAL Y MÉTODOS

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



## **Introducción.**

El toro presenta una serie de connotaciones en lo referente a lo que representa la fuerza, la nobleza, la bravura, la muerte, y el hombre se ha enfrentado a él a lo largo de toda la historia para demostrar su gallardía, valentía, su poder, en una representación del triunfo de la vida sobre la muerte. Para ello, ha buscado, en la selección que ha ido haciendo a lo largo de los siglos, enfrentarse a un animal cuya principal característica ha sido siempre la combatividad, la agresividad, la fiereza, en definitiva, lo que le hace diferente al resto de los demás bovinos: la bravura y la casta.

En la actualidad, la raza de lidia se está explotando en el más puro sistema extensivo, en permanente y directo contacto con la naturaleza. Se trata de una raza capaz de aprovechar todo tipo de recursos naturales y con una magnífica capacidad de adaptación a cualquier ecosistema, ejerciendo un efecto beneficioso de conservación sobre los mismos, debido a la perturbación que su pastoreo ejerce.

El toro de lidia se cría en la actualidad además de en las ganaderías distribuidas por la Península Ibérica, en el Sur de Francia, Norteamérica (México) y Sudamérica (Venezuela, Colombia, Perú y Ecuador).

El toro de lidia constituye un modelo animal de gran interés debido a su muy específico comportamiento, único dentro del reino animal, en situaciones de alto nivel de estrés, como es la lidia. Del mismo modo, dentro del toro de lidia tiene un papel importantísimo la agresividad; este componente agresivo es fundamental para el desarrollo del correspondiente festejo taurino y la propia percepción por parte del público asistente al mismo del riesgo inherente a él.

## Objetivos.

En este estudio nos hemos planteado los siguientes objetivos:

- Estudio de las bases neurofisiológicas del factor agresividad en el toro de lidia.
- Estudio del factor de comportamiento agresivo desarrollado por el toro durante la celebración de la lidia.
- Relación de las variables neuroendocrinas con el comportamiento desarrollado durante la lidia.

## Material y Métodos.

Para la realización del estudio se utilizaron 290 animales de la raza de lidia, *Bos taurus* L., machos, de distintas edades y en diferentes situaciones. Los animales estudiados pertenecían a nueve encastes diferentes: Domecq, Núñez, Albaserrada, Murube, Urcola, Vega-Villar. Los animales fueron divididos en tres grupos:

- A) **Grupo Control.** Como controles se utilizaron 6 toros que estaban destinados a la lidia y que finalmente no fueron lidiados.
- B) **Becerras-Toros Lidia Ordinaria.** Se obtuvieron muestras de sangre de 284 becerros con edades comprendidas entre los seis y los ocho meses y se evaluó el comportamiento de 130 de los 284 durante su lidia como toros.
- C) **Toros Encastes - Lidia Ordinaria.** Las muestras de sangre recogidas tras la lidia se obtuvieron de 130 toros de entre cuatro y cinco años de edad de diferentes encastes.

Las muestras de sangre se mantuvieron a 4<sup>o</sup> C desde su recogida hasta su procesamiento 24 horas después; durante este tiempo los tubos con la sangre se mantuvieron en posición vertical, ligeramente inclinados para de esta manera poder facilitar la separación del suero del coágulo.

Mediante la técnica de EIA de competición se determinaron las concentraciones en sangre de serotonina, dopamina y testosterona.

Para evaluar el comportamiento de los toros durante su lidia, se utilizó el método observacional directo describiendo, a través de la percepción del observador, los estímulos y las acciones comportamentales del toro relacionadas con la agresividad. Estas acciones se registraron en una plantilla que diseñamos al efecto, de manera que a cada animal le fue asignada una nota en un rango de uno a cinco. Esto nos permite determinar una nota de agresividad para su comportamiento de una forma más objetiva.

El método observacional directo fue aplicado rigurosamente, empleándose cuatro observadores para valorar los actos de comportamiento agresivo de los toros durante su lidia, minimizando así el error intra-observador (dada la complicación de asignar un valor objetivo a un comportamiento). Estas observaciones *in situ* se complementaron con la reevaluación a través de vídeo, ya que disponemos de las grabaciones correspondientes a la mayoría de las corridas en las que se recogieron muestras.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa Graph Pad Prism versión 4.00, 2003 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA).

Para estudiar si había diferencias entre los distintos grupos (toros, becerros y controles) respecto a las variables estudiadas (concentraciones séricas de serotonina, dopamina y testosterona, se utilizó el ensayo “t-test”. Se determinó que las distribuciones de valores diferían entre dos grupos cuando  $p < 0,05$ . También se utilizó este ensayo para comparar las variables citadas en los diferentes encastes.

Los parámetros fisiológicos estudiados se correlacionaron con la nota de comportamiento agresivo asignada al animal después de su lidia. Para esto se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson.

Se utilizó el análisis de curvas ROC (Receiver Operating Characteristic) para determinar si la dopamina, serotonina y la testosterona eran posibles parámetros indicadores del comportamiento desarrollado durante la lidia.

Para la comparación de las poblaciones de notas de comportamiento agresivo esperadas y observadas se realizó el test estadístico de chi-cuadrado ( $\chi^2$ ).

## **Resultados y Discusión.**

Tras la aplicación del método observacional directo se obtuvo una nota de comportamiento agresivo para cada animal estudiado. Las notas más frecuentes fueron 3 o 4 y las notas menos frecuentes 1, 2 y 5. Analizamos la distribución de notas de comportamiento agresivo por encastes.

Podemos decir que la concentración de serotonina es constante a lo largo de la vida del animal, puesto que no existen diferencias entre los valores

medios de serotonina a los 6-8 meses de edad y a los 3-4 años de edad. En cuanto a la concentración de serotonina determinada en los encastes observamos que efectivamente existían numerosas diferencias.

También se analizó la correlación entre la concentración de serotonina en suero y el comportamiento agresivo demostrando que una mayor concentración de serotonina sérica significaba una menor agresividad desarrollada durante la lidia.

En relación a la determinación del valor umbral de serotonina que permita diferenciar los distintos subgrupos de animales con diferente comportamiento, elegimos como punto de corte la concentración de serotonina 708,5 ng/ml, con una especificidad del 90,63% y una sensibilidad de 80,49%.

Este valor de especificidad significa que el 90,63% de los animales clasificados como no combativos lo son y el resto, 9,37%, serían animales combativos clasificados erróneamente como no combativos. Y el valor de sensibilidad significa que el 80,49% de los animales no combativos son detectados con este punto de corte y que el resto, 19,51%, son animales no combativos que el test no sería capaz de identificar.

En relación a la dopamina podemos decir que la concentración de dopamina es constante a lo largo de la vida del animal, puesto que no existen diferencias entre los valores medios de dopamina a los 6-8 meses de edad y a los 3-4 años de edad.

En el análisis estadístico que se realizó para evaluar si existían diferencias significativas en la concentración de dopamina en suero de los

animales de diferentes encastes, observamos que efectivamente existían numerosas diferencias.

Se observa claramente que en el grupo de toros una mayor concentración de dopamina sérica significaba una menor agresividad desarrollada durante la lidia.

En relación a la determinación del valor umbral de dopamina que permita diferenciar los distintos subgrupos de animales con diferente comportamiento, elegimos como punto de corte la concentración de dopamina 12,24 ng/ml, con una especificidad del 91,23% y una sensibilidad de 82,50%.

Este valor de especificidad significa que el 91,23% de los animales clasificados como no combativos lo son y el resto, 8,77%, serían animales combativos clasificados erróneamente como no combativos. El valor de sensibilidad significa que el 82,50% de los animales no combativos son detectados con este punto de corte y que el resto, 17,50%, son animales no combativos que el test no sería capaz de identificar.

En cuanto a la testosterona podemos decir que se observaron diferencias estadísticamente significativas entre todos los grupos estudiados.

En cuanto al estudio comparativo entre encastes podemos decir que la concentración de testosterona fue similar en todos ellos y no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los encastes.

Después de realizar el análisis de curvas ROC para el parámetro testosterona se determinó, no considerar adecuado utilizar la testosterona

como indicador de comportamiento agresivo y, por lo tanto, no se determinó un valor umbral a partir del análisis de curvas ROC.

En cuanto a la relación entre las concentraciones de serotonina, dopamina y testosterona podemos manifestar que se comprobó que las concentraciones de serotonina, dopamina y testosterona medidas en sangre durante el herradero de estos animales se mantuvieron constantes hasta el momento de su lidia, estando relacionadas con la manifestación de un comportamiento agresivo o no durante su posterior lidia.

El factor bravura de un toro es un término difícil a la vez que complejo de definir, de manera objetiva y a menudo, los profesionales del toro de lidia, no coinciden en la evaluación de esa bravura. Por lo tanto y en cuanto que se intenta cuantificar esa bravura, la tabla de aportada por Gaudioso *et al.* (1993) es compleja, con numerosos parámetros a tener en cuenta. En el trabajo realizado en el departamento de Fisiología Animal (Calvo, 2010), queda reflejada esta dificultad para definir el concepto de bravura de manera objetiva, y se muestran las numerosas definiciones que los diferentes estudios han presentado para dicho concepto.

En este trabajo hemos diseñado una tabla alternativa que nos permite centrar la atención de manera sencilla en el comportamiento agresivo del toro, concepto más específico que el de bravura. De esta forma, la agresividad sería una parte importante del concepto de bravura y en ese sentido se manifestaría como combatividad. De esta manera, en la caracterización de la agresividad del toro durante la lidia que realizamos en este trabajo, estarían incluidas acciones agresivas que en cuanto que forman parte de la bravura del animal son deseables y acciones agresivas que en cuanto antagónicas al concepto de nobleza, no serían deseables.

La serotonina es un valor constante a lo largo de la vida del toro de lidia. Una menor concentración de serotonina en suero se correlaciona con comportamientos más agresivos. Pensamos que basándonos en los resultados obtenidos en este trabajo, la serotonina es un buen parámetro para detectar animales con un comportamiento previsiblemente no combativo, hecho que ayudaría a los ganaderos en la labor de selección del ganado.

En cuanto a la concentración de dopamina, tampoco se han observado diferencias estadísticamente significativas entre los toros lidiados en lidia ordinaria. El hecho de que la concentración de dopamina sérica en el becerro sea la misma que tiene cuando varios años después vaya a ser lidiado, nos permitió considerarla como una variable candidata como posible indicadora de la tendencia a mostrar un comportamiento agresivo en situaciones de estrés.

Pensamos que basándonos en los resultados obtenidos, la dopamina es un buen parámetro para detectar animales con un comportamiento previsiblemente no combativo, hecho que ayudaría a los ganaderos en la labor de selección del ganado.

Está descrito que la concentración de testosterona varía a lo largo de la vida de un animal, concretamente en la etapa de maduración sexual. Este es un factor importante a tener en cuenta en nuestro estudio, puesto que en el momento de la toma de muestras de los becerros en el herradero, el animal aún no es maduro sexualmente; sin embargo, cuando recogemos muestras tras la lidia, el toro ya ha alcanzado la madurez sexual. Esto coincide con los resultados que hemos obtenido en los que los toros adultos, presentaron concentraciones de testosterona en sangre significativamente mayores que los becerros, y en el caso de los animales analizados varios años después del herradero, tras su lidia. Otro factor importante que explica el aumento en la concentración de testosterona en sangre en los animales lidiados respecto de los animales control, es el ejercicio físico que realizan los primeros.

Por lo tanto, basándonos en los resultados obtenidos en este trabajo, no proponemos la testosterona como un parámetro adecuado para detectar tendencias a manifestar comportamientos más o menos agresivos en los toros durante su lidia. Sin embargo, se puede utilizar la concentración de testosterona sérica como un parámetro indicador de la adaptación al ejercicio físico.

Encontramos que los encastes con mayor concentración de serotonina en sangre son aquellos que tradicionalmente se han considerado encastes “más toreables”, como Murube, Domecq y Núñez. De esta forma pudimos comprobar una vez más que la concentración de serotonina sérica correlaciona bien con los niveles de combatividad manifestada por los toros durante la lidia.

En este trabajo hemos tenido la oportunidad de realizar un seguimiento de los becerros analizados desde el momento de su herradero (6-8 meses de edad) hasta el momento de su lidia, varios años después. Queremos destacar la importancia de estos resultados debido a que no todos los animales que se hierran llegan a lidiarse. Desde el momento del herradero hasta el momento en el que el animal podría lidiarse transcurren varios años, por lo que algunos de estos animales mueren, otros enferman, otros son destinados a festejos populares en las calles y otros, como ha ocurrido en alguno de los animales de este estudio, una vez que han llegado a la plaza para ser lidiado cuatro años después, son devueltos a los corrales pocos minutos después de salir al ruedo, siendo imposible registrar su comportamiento.

Queremos destacar la importancia que estos resultados pueden tener como herramienta accesoria que permita orientar en la selección del ganado de lidia, tanto para la selección del ganado a lidiar como de los elegidos para reproducción, siendo de utilidad en la detección de aquellos animales que por

presentar concentraciones de serotonina o dopamina séricas por encima del umbral establecido, tengan una tendencia a manifestar comportamientos no agresivo y no combativo. No obstante, queremos recalcar que las concentraciones de serotonina y dopamina séricas establecidas como umbral en este trabajo, pueden ser modificadas dependiendo del interés específico de cada proceso de selección. De esta manera, se puede modificar el umbral para aumentar la especificidad o la sensibilidad, según interese más la clasificación de un animal en un determinado grupo o la detección del mayor número posible de animales que presenten el comportamiento deseado.

### **Conclusiones.**

- 1 La concentración sérica de serotonina es un buen indicador de la tendencia del toro a manifestar un comportamiento agresivo durante la lidia. La serotonina sérica es una variable orientativa que puede utilizarse en la selección del ganado de lidia, y es de gran utilidad en la identificación de aquellos animales con una predisposición a no ser combativos.
- 2 La concentración sérica de serotonina en los animales pertenecientes a los distintos encastes estudiados está relacionada con el grado de agresividad desarrollado durante la lidia y, a su vez, con los criterios de selección de cada ganadería dentro de su encaste.
- 3 La concentración sérica de dopamina es un buen indicador de la tendencia del toro a manifestar un comportamiento agresivo durante la lidia.
- 4 La concentración sérica de testosterona está aumentada en los toros de los grupos de lidia ordinaria y becerros, respecto al grupo control. La testosterona aumenta con la edad y con el esfuerzo físico en el toro de lidia.

- 5 La concentración sérica de testosterona no es un buen indicador del grado de agresividad manifestado por el toro durante la lidia.
  
- 6 La concentración sérica de serotonina y dopamina medida en becerros durante su herradero nos permitió asignar una nota de comportamiento esperada a cada animal que fue confirmada años después durante su lidia. El comportamiento esperado se ajustó más al observado en el caso de animales poco combativos, y estas diferencias estarían moduladas por los distintos factores ambientales.



ACRÓNIMOS

RESUMEN

## **SUMMARY**

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

MATERIAL Y MÉTODOS

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



## ***Introduction.***

The bullfight has a number of connotations regarding strength, nobility, bravery, among others and the man along the history has faced to prove their bravery, courage, powerful, in “the corrida” that is a representation of the triumph of life over death. The selection of this breed that has been done over the centuries resulted in an animal whose main features were always fighting, aggression, and fierceness, and this ultimately, makes the bullfight breed different from other bovine breeds. Such differences are named “bravura” (bravery) and “casta”.

Today, this breed of bulls is being exploited in the pure extensive system and it is in direct and permanent contact with nature. It is a breed able to use all kind of natural resources and it presents a magnificent capacity to adapt to any ecosystem, exerting a beneficial effect of conservation of them.

The bullfight is also currently breeding in herds distributed in the Iberian Peninsula, in the South of France, Central America (Mexico) and South America (Venezuela, Colombia, Peru and Ecuador).

The bullfight is an animal model of great interest because of its specific behavior, unique in the animal kingdom, in front of situations of high stress, such as bullfighting. Within the bullfighting aggressiveness has an important role. This aggressive behavior is essential for the development of bullfights and also for the inherent risk that bullfighting represents that is perceived by the public attending the bullfight.

## **Objectives.**

We have proposed the following objectives for this study:

To study the neurophysiological basis of aggressive behavior in the bullfight breed.

To study the aggressive behavior developed by the bullfight during the celebration of the fight.

To study the relationship of neuroendocrine behavior variables developed during the fight.

## **Material and Methods.**

To carry out the study we used 290 bulls of the bullfight breed, *Bos taurus L.*, of different ages and in different situations. Animals studied belonged to nine different “encastes” (herds): Domecq, Nuñez, Albaserrada, Murube Urcola, Vega-Villar, Graciliano, Villamarta and Contreras. We established four groups of animals:

A) **Control Group.** Blood samples were obtained from 6 bulls that were intended for fighting but finally they were not fight.

B) **Calves - Ordinary “Lidia” Bulls.** Blood samples were obtained from 284 calves aged between six and eight/ months, and the behavior during the fights was evaluated in 130 from the 284 animals.

C) **Ordinary “Lidia” Bulls from different “encastes”.** Blood samples were collected after the fight from 130 bulls of different “encastes” aged between four and five years old.

The blood samples were kept 24 hours at 4 ° C from collection until being processed, during which time the blood tubes were maintained in an upright position, to facilitate the serum separation from the clot.

Serotonin, dopamine and testosterone blood concentrations were assayed by competitive EIA techniques.

In order to evaluate the performance of bulls during bullfighting, we used the direct observational method that describes, through the observer's perception, stimuli and behavioral actions related to bullfight aggressiveness. These actions were recorded on a template designed for this purpose, so that each animal was assigned a score in the range of one to five. This allows us to determine a note of aggression for their behavior in a more objective way.

The observational method described was rigorously applied, by using four observers to assess the acts of aggressive behavior of bulls during bullfighting, minimizing intra-observer error (given the complication of assigning a value to a performance goal). These field observations were supplemented by video reassessment, since we have these recordings for most runs in which samples were collected.

For statistical analysis of the results the Graph Pad Prism version 4.00, 2003 (Graph Pad Software, San Diego, CA, USA) was used.

To study whether there were differences among groups (bulls, cuts, calves and controls) for the variables studied (serum concentrations of

serotonin, dopamine and testosterone) a "t-test" assay was used. A P value <0.05 was used for determining significant differences between groups.

Physiological parameters studied were correlated with aggressive behavior note assigned to the animal after his fight. For this we used the Pearson correlation coefficient.

The ROC (Receiver Operating Characteristic) Analysis was used to determine if dopamine, serotonin and testosterone were possible performance indicators developed during the fight.

A chi-square statistic ( $\chi^2$ ) test was performed to compare the expected and observed aggressive behavior notes registered.

### ***Results and Discussion.***

The application of the direct observational method yielded a note of aggressive behavior for each animal studied. The most common grades were 3 or 4 and less frequent notes 1, 2 and 5. We analyze the distribution of aggressive behavior notes for each "encaste" (herds).

We can state that serotonin concentration is constant over the life of the animal, since there are no differences between the mean values of serotonin at 6-8 months and 3-4 years of age. Regarding the serotonin concentration among "encastes" (herds) there were several significant differences.

We also analyzed the correlation between serum concentration of serotonin and aggressive behavior demonstrating that when increased serum serotonin concentration is measured less aggressiveness is developed during the fight.

In relation to the determination of serotonin threshold value for differentiating the different subgroups of animals with different behavior, we selected as cutoff a serotonin concentration of 708.5 ng/ml, with a specificity of 90.63% and a sensitivity of 80.49%.

This specificity value means that 90.63% of the animals classified as non-combative are well classified and the remaining 9.37% would be combative animals misclassified as non-combative. The sensitivity value means that at this cutoff point 80.49% of non-combative animals are detected and the remaining 19.51% are non-combative animals that the test would not be able to identify.

In relation to dopamine, we can state that the concentration of dopamine is constant over the life of the animal, since there are no differences between the mean values of dopamine at 6-8 months and 3-4 years of age.

The statistical analysis was performed to assess whether there were significant differences in the concentration of dopamine in serum of animals among different “encastes” (herds), we note that there were many statistical differences among them.

It is clearly seen that the group of bulls that showed increased serum concentrations of dopamine they developed less aggressive behavior during the fight.

In relation to the determination of dopamine threshold value for differentiating the different subgroups of animals with different behavior, we

chose as cutoff a dopamine concentration of 12.24 ng/ml, with a specificity of 91.23% and a sensitivity of 82.50%.

This specificity value means that 91.23% of the animals classified as non-combative are well classified and the remaining 8.67% would be combative animals misclassified as non-combative. The sensitivity value means that at this cutoff point 82.50% of the animals are detected as combative and the remaining 17.50% are non-combative animals that the test would not be able to identify.

The results of serum testosterone showed that statistically significant differences between all groups studied were detected

The comparative study among “encastes” (herds) resulted in similar testosterone concentrations being no statistically significant differences among any of the “encastes” studied.

The ROC curve analysis for testosterone denoted that this parameter is not appropriate as an indicator of aggressive behavior and, therefore, is not a threshold value determined from the ROC curve analysis.

Serotonin, dopamine and testosterone concentrations measures at the “herradero” in young bulls were kept constant until the time of fighting, but we cannot established if there is a relationship between them and the aggressive behavior during the fight.

As we stated in our work, the bravery of a bull is a difficult term to objectively define, and often professionals of bullfighting do not agree on the evaluation of such bravery. As long as you try to quantify that bravery the

registered records in several behavior studies are complexes, with many parameters to consider, possibly due to many definitions that different studies have presented on this concept.

In this study we designed an alternative table that allows us to focus easily on the aggressive behavior of the bull, and the more specific concept of bravery. Thus, the aggression would be an important part of the concept of bravery and in that sense it would be manifested as combativeness. Thus, in characterizing the aggressiveness of the bull during the bullfight, we included several aggressive actions as part of the fierceness of the animal that are desirable and other aggressive action as antagonistic to the concept of nobility, that would not be desirable.

Serotonin is a constant value over the life of the bull. A lower concentration of serotonin in serum correlates with more aggressive behavior. We think that based on the results obtained in this study, serotonin is a good parameter to detect animals with non-combative expected behavior, which would help the cattle breeders to perform a good selection of the bullfight bulls.

There were not statistically significant differences between the bulls in ordinary fighting related to the concentration of dopamine. The fact that the concentration of dopamine is the same in calves as in adult bulls, let us to consider it as a possible indicator of the tendency to display aggressive behavior in stressful situations.

Based on the results obtained, dopamine is a good parameter to detect animals with non-combative expected behavior, which would help ranchers in the selection of the bullfight bulls.

The concentration of testosterone varies over the life of an animal, specifically in the stage of sexual maturation. This is an important factor to consider in our study, since at the time of sampling of the calves in the "herradero" (branding), the animal is not yet sexually mature, but when we collect samples after the fight, the bull has reached sexual maturity. This coincides with the results we have obtained in which adult bulls presented blood testosterone concentrations significantly higher than the calves, and in the case of animals tested several years after the branding, after the fight. Another important factor explaining the increase in blood testosterone concentration after the fight is the physical exercise performed during the bullfight.

Therefore, based on these results obtained in this work, we propose that testosterone is not an appropriate parameter for detecting more or less aggressive behavior in bulls during bullfights. However, it is possible to use the serum testosterone concentration as an indicator of the adaptation to exercise.

We found that the encastes with a higher concentration of serotonin in the blood are those traditionally considered as "más toreables" (that means less difficult to fight them) as Murube, Domecq y Nuñez. Thus once again we found that serum serotonin concentration correlates well with levels of aggression expressed by the bulls during the bullfight.

In this work we have had the opportunity to study the calves from the time of branding (6-8 months old) until the time of their fight, several years later. We emphasize the importance of these results because not all branded bulls reached the bullfight. It takes several years from the branding until the bullfight and during this time some of these animals die, others become sick, others are intended for popular celebrations in the streets and others, as has occurred in one of the animals in this study, once it has reached the square it is returned to the pens within minutes of leaving the ring, making it impossible to record this behavior.

Finally, we emphasize that these results may represent an accessory tool for the selection of fighting bulls, being useful for detecting animals that show the tendency of present aggressive behaviors but not being combative (the bulls with serum serotonin concentrations above the threshold). However, it would be possible to modify the threshold established in this work, for serum serotonin concentrations depending on the specific interest of each selection process. In this way, you could change the threshold to increase the specificity or sensitivity, in order to correctly classifying an animal in a given group or in order to detect the maximum number of animals showing the desired behavior.

## **Conclusions.**

1. Serum serotonin is a good indicator of the bull tendency to manifest aggressive behavior during the fight. Serum serotonin is a variable that can be used for guidance in the selection of fighting bulls, and is useful for identifying those animals with a predisposition of not be combative.
2. The serum concentration of serotonin in the animals belonging to different “encastes” (herds) studied is related to the degree of aggressiveness developed during the fight and, in turn, with the selection criteria of each livestock within their mating.
3. Serum Dopamine is a good indicator of the bull tendency to manifest aggressive behavior during the fight.
4. Serum testosterone concentrations is increased in both bulls after the fighting and calves groups respect to control group. Testosterone increases in the bullfighting bulls with age and with physical exercise.
5. The serum concentration of testosterone is not a good indicator of the degree of aggressiveness shown by the bull during the bullfight.

6. Serum serotonin and dopamine measured in calves during branding allowed us to assign a note of the expected behavior to each animal, and this was confirmed years later during the fight. The expected behavior was similar to the observed in the case of little combative animals and these differences would be modulated by environmental factors.

ACRÓNIMOS

RESUMEN

SUMMARY

**INTRODUCCIÓN**

OBJETIVOS

MATERIAL Y MÉTODOS

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

---



# 1 EL TORO DE LIDIA

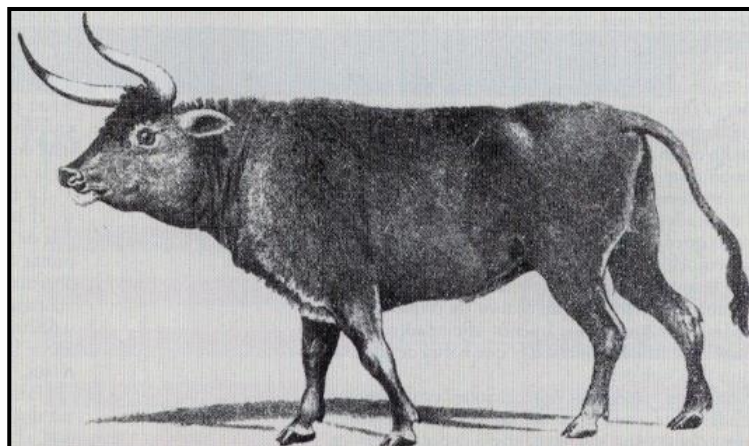
## 1. A *Apunte histórico sobre el ganado de lidia*

Desde los tiempos más remotos el toro de lidia ha sido el máximo o gran protagonista de los muchos juegos, ritos y costumbres de la gran mayoría de los pueblos mediterráneos. El toro tiene una gran serie de connotaciones en lo referente a lo que representa la fuerza, la nobleza, la bravura, la muerte..., y el hombre se ha enfrentado a él a lo largo de toda la historia para demostrar su gallardía, valentía, su poder, en una representación del triunfo de la vida sobre la muerte, para ello, ha buscado, en la selección que ha ido haciendo a lo largo de los siglos, enfrentarse a un animal cuya principal característica ha sido siempre la combatividad, la agresividad, la fiereza, en definitiva, lo que le hace diferente al resto de los demás bovinos: la bravura y la casta.

En todos y cada uno de los distintos estudios paleontológicos realizados incluyendo los actuales relacionados con el origen de los bóvinos, se afirman que el ascendiente de todas las razas actuales de toros fue el **URO** o toro salvaje (*Bos taurus primigenius*), toro de una gran talla, tanto en la altura como en el tamaño, de pelo bastante corto y, por lo general, blanco o rojizo (colorado) (Figura 1). En todos los tratados sus responsables o autores señalan al uro como un animal de apreciada carne tanto en cantidad como en calidad y de difícil sometimiento por su temperamento y agresividad. El área geográfica del uro se extendía desde el oeste de Europa hasta China, y pudo ser domesticado en varios lugares, si bien lo sería probablemente en Asia, como casi todas las distintas variedades de los animales que el hombre utilizaba para su servicio.

Desde Asia los toros llegan a los distintos puntos de España, en estado de mayor o menor domesticación, por dos vías:

- Desde Egipto, que lo utilizaban en las peleas, lo importaron a través de los cartagineses y los berberiscos. Estos toros se explotaban en régimen casi salvaje por el sur y el centro de la península Ibérica, manifestando bien pronto su carácter de agresividad y acometividad, que había sido la base de su selección.
- De los celtas, que imprimieron su sello especial a la ganadería de los países que ellos habitaron en el centro de Europa. Este ganado carecía de agresividad, y de acometividad y se caracterizaba por un menor tamaño que el anterior y por sus cuernos casi verticales.



**Figura 1.** Uro (*Bos taurus primigenius*). Fuente: Los Toros. Cossío, JM. Ed.Espasa-Calpe (2007).

En un principio, el toro se encontraba en estado salvaje, pero en todo momento perseguido y bastante controlado por el hombre. No sólo era apreciado por su carne, sino que además y convenientemente reunido en grandes rebaños, era utilizado como escudo y fuerza de choque en los duros conflictos entre las distintas tribus indígenas o invasoras. Así pues, se tiene noticia de que los mercenarios íberos que acompañaban a Aníbal en sus campañas bélicas cartaginesas utilizaron, según Polibio, “dos mil o más toros

con sarmientos encendidos en sus cornamentas”, empujando al enemigo hasta los desfiladeros de Palermo, donde fue derrotado y posteriormente aniquilado.

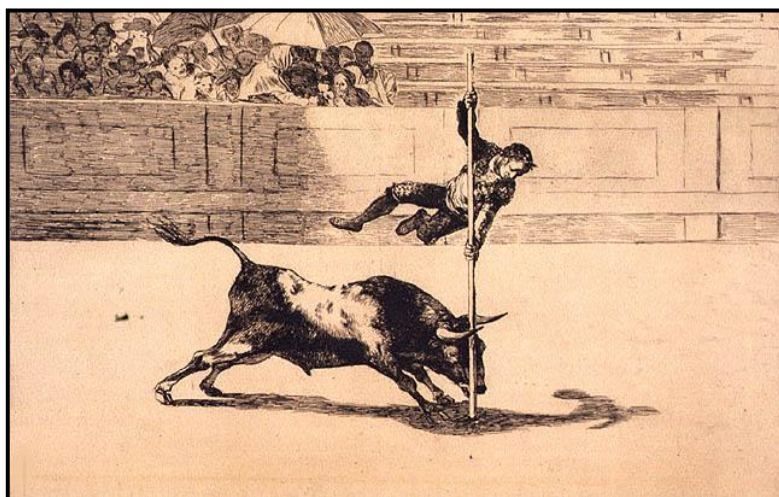
Más tarde, durante los siglos XV y XVI ya existía una vacada controlada, organizada y reunida en una amplia extensión de terreno, una zona pantanosa enclavada en los términos municipales de Boecillo, La Pedraja de Portillo y Aldeamayor de San Martín, este terreno era una especie de marisma castellana ubicada en la provincia de Valladolid. Desde esta zona partían todos los toros de aquella época para ser corridos en fiestas con las que el pueblo celebraba acontecimientos familiares de la Corte o efemérides eclesiásticas. Esta ganadería, llamada Raso del Portillo, tuvo gran predicamento hasta finales del siglo XIX, por “criar toros duros de patas y correosos”.

De la Alta Edad Media se encuentran pocos datos taurinos, pero sí aparece el toro como especie cinegética para las gentes de esta época, que solían cazarlo a caballo lanceando los toros. Las referencias del toreo a caballo sitúan su aparición en la Baja Edad Media, siglos XIV y XV. Son los nobles los que intentan demostrar ante el pueblo y la aristocracia su rango y valor. Además, la lucha con un animal tan fiero les servía como entrenamiento para la batalla. Cuentan que Carlos V lanceó un animal bravo, que se supone que era de Raso del Portillo, en Valladolid para celebrar el nacimiento de su hijo Felipe II.

Como se ha señalado anteriormente, los primeros datos relativos a ganaderías de toros de lidia o bravos, tanto en Andalucía como en Castilla, datan del siglo XV. Los carniceros fueron los primeros en proporcionar toros, ya que en las cláusulas de arrendamiento de las carnicerías, que solían ser de propiedad municipal, figuraba la obligación que tenían de proveer toros para los festejos locales.

Sabemos que la ganadería brava, como tal, data de principios del siglo XVII, cuando las distintas vacadas de “bueyes bravos” comenzaron a organizarse. Esta es la época en la que floreció y tuvo su mayor auge el toreo a caballo; sin embargo, el protagonismo de la nobleza se va perdiendo, debido a la decadencia del momento y al igual que el imperio se desmoronaba y llegaba al trono Felipe V.

En el comienzo del siglo XVIII, el pueblo llano era en todo momento el que tenía el mayor protagonismo y dominaba la fiesta, lanzándose a pie para dominar al animal. El caballero fue relegado a castigar al toro con la llamada vara de detener y aparecieron los picadores, algunos tan ilustres como Juan y Pedro Merchante, José Fernández y José Daza, y dinastías de toreros durante el primer cuarto del siglo XVIII, como los Romero de Ronda y los Rodríguez de Sevilla. (Figura 2) Fue en esta misma época, como consecuencia de un aumento del número de festejos más allá de las festividades puntuales, cuando las ganaderías comenzaron a tomar forma de explotación pecuaria con un destino definido: la lidia del toro. También influyó en esta especialización el incremento del precio de los toros (entre 1730 y 1800 se multiplicó por seis y por ocho), siendo incluso superior al de los bueyes, de los que, hasta entonces, habían sido un producto marginal.



**Figura 2.** Salto con la garrocha. Tauromaquia de Francisco de Goya.

Las vacadas reproductoras de bueyes y toros no se diferenciaron hasta bien entrado el siglo XIX. Las vacas que parían animales destinados a bueyes eran las mismas que al año siguiente parían becerros, que años más tarde se lidiarían en los festejos taurinos. Posiblemente, se seleccionaban en primer lugar los animales más poderosos para la labranza, mientras que los más agresivos eran los destinados a la lidia. Es a partir de este mismo instante, cuando comenzaron a surgir las ganaderías de lidia tal y como se las conoce en la actualidad.

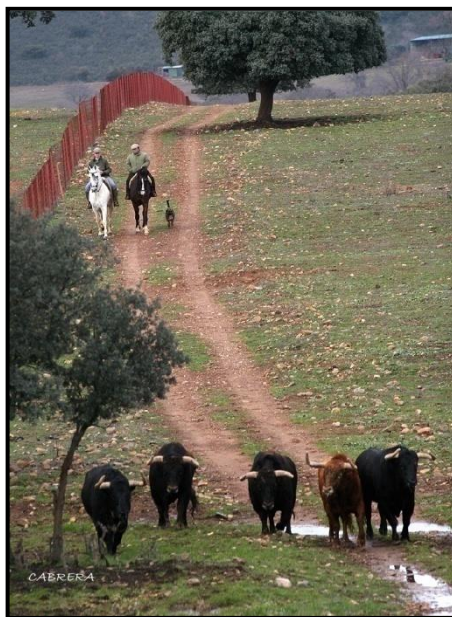
A lo largo de todo el siglo XX, tuvo lugar la evolución más manifiesta en el ganado de lidia. Así, toreros y público, han ido variando los cánones, tanto morfológicos como de comportamiento, que se consideraban más adecuados en las distintas épocas. De esta forma, a partir de principios del siglo XX se modificó o transformó el concepto de la lidia, que hasta entonces se había basado en gran medida en el poder y posterior sometimiento sobre el animal, hacia una lidia en la que el torero debía, no sólo someter al animal, sino torear de manera más bella y estética. Desde ese mismo instante, el toro de lidia evolucionó hacia un tipo de agresividad menos salvaje y primitiva, para desarrollar el comportamiento bravo, encastado y noble que ha llegado hasta nuestros días. Los ganaderos realizaron un intensísimo e importantísimo trabajo de selección, ajustándose a las necesidades que ocasionaba esta evolución del toreo.( Figura 3. )



**Figura 3.** Juan Belmonte revolucionó el toreo en los años 20.

En la actualidad, la raza de lidia se está explotando en el más puro sistema extensivo, en permanente y directo contacto con la naturaleza. Se trata de una raza capaz de aprovechar todo tipo de recursos naturales y con una magnífica capacidad de adaptación a cualquier ecosistema, ejerciendo un efecto beneficioso de conservación sobre los mismos, debido a la perturbación que su pastoreo ejerce (Figura 4.). Son animales muy territoriales y de carácter generalmente tranquilo cuando se encuentran en su entorno natural, convirtiéndose en difíciles de manejar si están fuera de su hábitat, por su carácter irritable.

El toro de lidia se cría en la actualidad además en las ganaderías distribuidas por la Península Ibérica, en el Sur de Francia, Norteamérica (México) y Sudamérica (Venezuela, Colombia, Perú y Ecuador).



**Figura 4.** . Toros en la dehesa.

El tratado sobre la historia de la tauromaquia y del toro de lidia más extenso y especializado que se ha escrito es “Los toros: Tratado técnico e histórico”, escrito por José María de Cossío y publicado inicialmente en 1943 y que se ha ido completando sucesiva y periódicamente hasta la última revisión publicada en 2007 (Cossío, 2007).

## 1. B Encastes del toro de lidia

De la exhaustiva y constante selección realizada a partir de las castas fundacionales, o a partir de diversos cruzamientos entre castas o encastes del mismo tronco, se ha formado u originado el toro de lida actual (Figura 5) habiéndose extinguido en la actualidad algunos de ellos. De estos encastes y de sus cruzamientos proceden la mayoría de las ganaderías que han llegado a nuestros días, si bien están en continua evolución, y por tanto sujetos a cambios en su morfología (Real Decreto 60/2001, de 26 de enero).



**Figura 5.** Toro perteneciente al encaste Albaserrada.

Durante muchísimo tiempo, yo diría siglos, se ha venido seleccionando por una muy variada serie de caracteres psicológicos de comportamiento, independientemente del tipo zotécnico del que se tratara, que se ha empezado a considerar en mayor medida en épocas más recientes.(Figura 6) En la actualidad se practica una selección típica y muy específica denominada funcional, basada en la prueba de la tienta, tanto de machos como de hembras y que podemos decir que es bastante subjetiva pues cada ganadero tiene preferencia por un perfil de funcionalidad distinto, cada uno tiene en su mente el toro ideal que varía con el del resto de ganaderos, y esta va acompañada por

otra selección genealógica y morfológica, que tienen carácter temporal y que se consideran definitivas sólo cuando se realiza con buenos resultados la comprobación de la descendencia (Real Decreto 60/2001, de 26 de enero).



**Figura 6.** Toro perteneciente a la ganadería de Baltasar Ibán, mezcla de encastes Contreras y Domecq.

Estos patrones generales de selección tienen interpretaciones personales por parte de todos y cada uno de los ganaderos, lo que contribuye a mantener la mayor variedad característica de todas las razas y le convierte al toro de lidia en un animal diferente de cualquier otra raza explotada por el hombre, constituyendo la principal aportación española a la bovinotecnia mundial (Real Decreto 60/2001, de 26 de enero). (Tabla 1.)

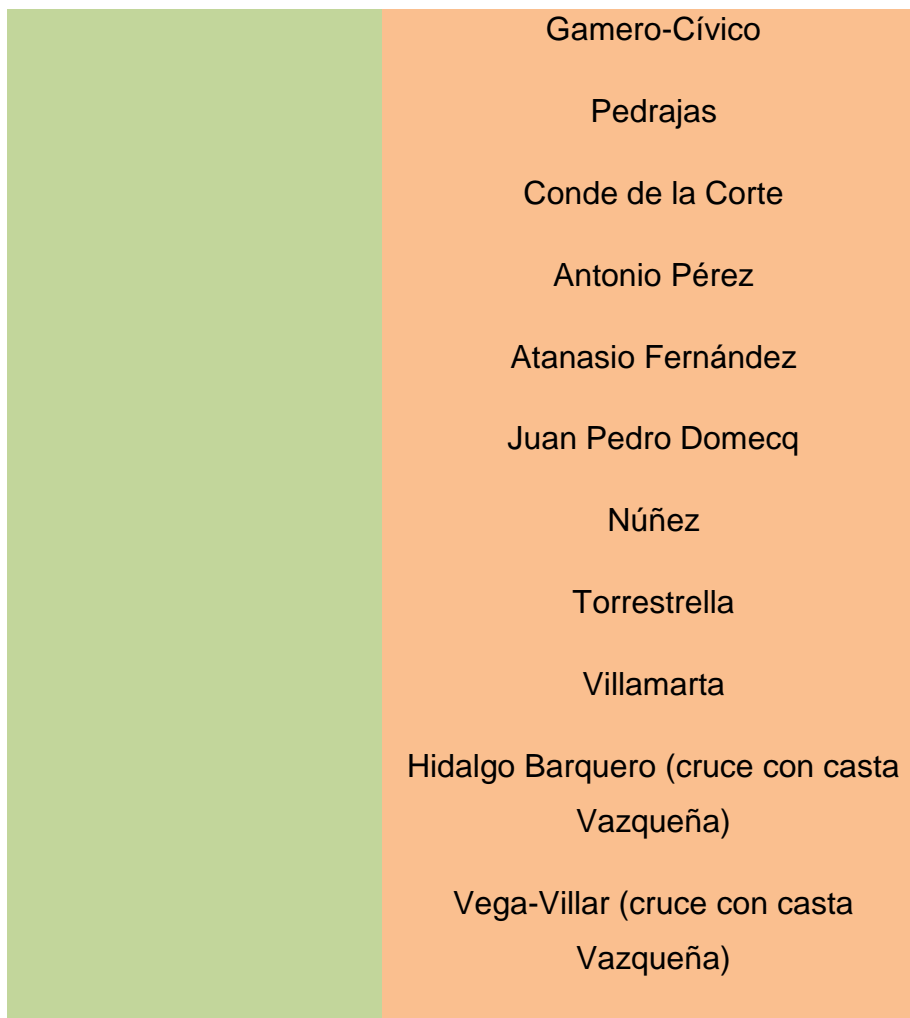
Por esta razón, cada encaste presenta una serie de rasgos morfológicos propios y un comportamiento característico.

Las castas fundacionales son Navarra, Jijona, Cabrera, Gallardo, Vazqueña y Vistahermosa. De esta última casta provienen la gran mayoría de los distintos encastes a los que pertenecen las ganaderías actuales.



En la siguiente tabla se enumeran los encastes actuales:

CASTAS FUNDACIONALES	ENCASTES
Cabrera	Miura
Gallardo	Pablo Romero
Jijona	
Navarra	
Vazqueña	<i>Concha y Sierra*</i>
	<i>Prieto de la Cal*</i>
	Murube-Urquijo
	Contreras
	Saltillo
Vistahermosa	Santa Coloma
	Albaserrada
	Urcola



Gamero-Cívico
Pedrajas
Conde de la Corte
Antonio Pérez
Atanasio Fernández
Juan Pedro Domecq
Núñez
Torrestrella
Villamarta
Hidalgo Barquero (cruce con casta Vazqueña)
Vega-Villar (cruce con casta Vazqueña)

**Tabla 1.** Castas fundacionales y encastes actuales del toro de lidia.

(\*): Ganaderías actuales procedentes de la casta Vazqueña. (Real Decreto 60/2001, de 26 de enero).

## **1. C Tipos de festejos**

La producción del toro de lidia está destinada únicamente y específicamente para ser el único y exclusivo protagonista en todos y cada uno de los distintos festejos taurinos que están tipificados en la reglamentación vigente y que además están totalmente arraigados y son de vital importancia en la cultura de los distintos países donde se asientan sus ganaderías (RD 145/1996).

Los festejos en los que participa el toro de lidia y en relación con la reglamentación anteriormente mencionada pueden dividirse en tres tipos principales: los festejos populares, (entre los que se encuentran el festejo de recortes, encierros por el campo y las calles además de suelta de reses diversas), los festejos de rejones y los festejos de lidia ordinaria a pie (entre los que están incluidos las corridas de toros y las novilladas sin picar y las picadas). Para una descripción más detallada de los tipos de festejos, consultar la “Ley Taurina del año 1992 “la cual está regulada por el “Reglamento de Espectáculos Taurinos” (1996), (Calvo, 2010; Salamanca, 2013).

A continuación, explicamos de manera resumida en qué consisten los festejos de lidia ordinaria a pie, puesto que es lo que nos interesa para el planteamiento de este trabajo.

### **1. C. 1 Festejo de lidia ordinaria a pie**

Normalmente, el toro de lidia llega a la plaza, de acuerdo con el tipo de plaza donde se vaya a desarrollar el espectáculo, unos días antes del festejo, y en otros casos unas horas antes del comienzo del espectáculo taurino y en ambos casos, es enchiquerado, unas horas antes del inicio de dicho evento.

En los festejos de lidia ordinaria a pie, el toro sale de los corrales al ruedo, donde es recibido con el capote por el torero, que probará sus embestidas por ambos pitones para ver como desarrolla el animal su acometividad, desplazamiento, fijeza etc. y mientras intentará su lucimiento (Cossio, 2007).

Tras esta primera parte, que tiene una duración variable de varios minutos, el animal es conducido por el matador o cualquiera de sus subalternos al caballo, siendo en este momento cuando empieza el primer tercio de la lidia que se le denomina tercio de varas.

En el tercio de varas el toro recibe habitualmente uno, dos, o tres puyazos en el morrillo, dependiendo de la categoría de la plaza donde tenga lugar el festejo de acuerdo con la reglamentación vigente ya sea la que se aplique de ámbito nacional o autonómico. El puyazo es administrado con una vara acabada en una puya en forma de pirámide con una superficie cortante de



29 mm de largo en cada arista y 19 mm de ancho, montada sobre una base de madera de 60 mm de largo terminada en una cruceta fija de acero que sirve de tope (Reglamento de Espectáculos Taurinos, 1996). La suerte de varas precisa de tener

buenos caballos y de buenos jinetes para realizar la suerte de forma ortodoxa y eficaz. La zona bien definida donde se debe picar, es en el llamado morrillo del animal. La diferencia en el distinto y variable comportamiento de los toros en

este tercio de la lidia, debido a su casta y bravura dificulta una valoración real de su duración.

Una vez finalizado el tercio de varas se prosigue a iniciar el siguiente tercio de la lidia que, es el denominado o llamado de banderillas, donde se colocan tres pares de las mismas en el tercio delantero del lomo del animal. En la actualidad la normativa de régimen interno del Ministerio del Interior contempla el tercio de banderillas diciendo que se llevaran a cabo tres pasadas para poner los tres pares y que no se sacara el pañuelo indicando el cambio de tercio hasta que no se hayan clavado mínimo dos pares de banderillas. La banderilla tiene un arpón de acero con una longitud de 60 mm, de los cuales 40 mm serán destinados al arponcillo (Reglamento de Espectáculos Taurinos, 1996). La duración de este tercio del festejo también es variable.

En el último tercio de la lidia, el torero pasa de muleta al toro realizando una faena que no debe durar más de quince minutos. En definitiva lo que hacemos con estos tres tercios, es preparar al animal para poder llevar a cabo la muerte del mismo con el estoque que es como finaliza dicho proceso.

El conjunto de la lidia que hemos descritos anteriormente, tiene una duración aproximada, de veinte minutos, en los que el toro ha sido sometido a un ejercicio físico intenso y duro, como a las heridas ocasionadas tanto por la puya, como por las banderillas y el estoque.

El tipo de ejercicio que realiza el toro de lidia desde el comienzo de la misma es diverso. Al principio, en la salida se realiza un ejercicio basado en carreras largas y de cierta intensidad y con largos desplazamientos para luego pasar al tercio de varas, que es donde el toro desarrolla un ejercicio mixto de carreras cortas y de fuerza máxima, al empujar al caballo; y finalmente, la

intensidad del ejercicio disminuye conforme avanza la lidia, realizando carreras de intervalos de duración media y de menor intensidad.

## **2 FISILOGÍA DE LA AGRESIVIDAD**

### **2. A Concepto de agresividad**

El concepto de agresividad es difícil de precisar y, aunque se han formulado numerosas definiciones, no existe un consenso entre toda la comunidad científica para referirse a ella, con una definición completa y tipificada.

Freud (1981) ya consideró la agresividad como un instinto o tendencia alimentado por un flujo constante de energía y no necesariamente consecuencia de la reacción a estímulos externos.

Moyer (1968) la definió como un comportamiento que conduce al daño o destrucción de alguna entidad objetiva.

Valzelli (1971) la consideró simplemente como un comportamiento finalista y orientado al fin de pasar o neutralizar todas las situaciones que amenazan o comprometen de cualquier manera la integridad de un organismo viviente.

Para Weisinger (1988), en la raíz de la conducta agresiva está la ira. La definió como "una sensación de disgusto debida a un agravio, malos tratos u oposición, y que normalmente se evidencia en un deseo de combatir la posible causa de ese sentimiento".

Sin embargo, para otros investigadores la agresividad no es un instinto primario sino un componente más de otros instintos (alimentación, sexual, territorial, etc.), y la conducta agresiva sería únicamente reactiva, es decir, surgiría por la frustración o represión de esas tendencias primarias.

Otro concepto a tener en cuenta y que es una consecuencia de la agresividad, es la agresión. La agresión es un acto intencional de violencia destinado a dañar física o psicológicamente a un tercero.

La agresión es, en general, consecuencia de un desencadenante externo. Esto es lo que explica la teoría de la frustración agresiva: una frustración excesiva, desencadena la agresión (Huertas *et al.*, 2005).

En este sentido, Kahn y Kirk (1968) definieron el impulso agresivo, como una energía comportamental innata de base biológica, activada por la frustración o por las necesidades relacionadas con la supervivencia.

### **2. A. 1 Clasificación de la agresividad**

En 1966 Konrad Lorenz realizó los primeros estudios sistemáticos sobre la conducta agresiva animal, clasificándola en dos subtipos: ínter específica o predatoria, que se produce entre especies distintas y su función es la preservación de la propia especie, garantizando la alimentación y la defensa frente a los depredadores; y la agresividad intra específica o social, que aparece entre individuos de la misma especie por motivos de reproducción, territorio, etc.

Kalin y col. (1998, 1999) realizaron un estudio en primates en el que dividieron la agresión en tres clases: la defensiva, la ofensiva y la autodestructiva. Relacionaron estos tipos de agresión con estudios neuroquímicos y descubrieron que la agresión defensiva provocada por el miedo o el dolor era inhibida por el sistema gabaérgico y producía hipercortisolemia.

Sin embargo, la agresión ofensiva en agresores experimentados era estimulada por los circuitos gabaérgicos y se acompañaba de niveles bajos de cortisol, hipoactividad serotoninérgica central y elevación de testosterona plasmática (Kalin, 1999; Miczek *et al.*, 2002).

Una de las clasificaciones de agresión más utilizada, referencia en los estudios dentro de este campo, es la que desarrolló Moyer (1976):

- ☀ Agresión predatoria: conductas de ataque motivadas y vinculadas a la obtención de objetos. Por ejemplo, la ejercida por un animal sobre otro para alimentarse.
  
- ☀ Agresión competitiva inter-machos: violencia física o conducta de sumisión exhibida por los machos mutuamente. Se produce por motivos jerárquicos y de lucha por la hembra.
  
- ☀ Agresión defensiva inducida por miedo: respuestas biológicamente programadas de modo que se actúa de forma agresiva hacia cualquier clase de confinamiento forzado. Aparece cuando el individuo intenta escapar sin éxito de un agente amenazante y se activa cuando las conductas de huida, paralización o mimetismo no son posibles.

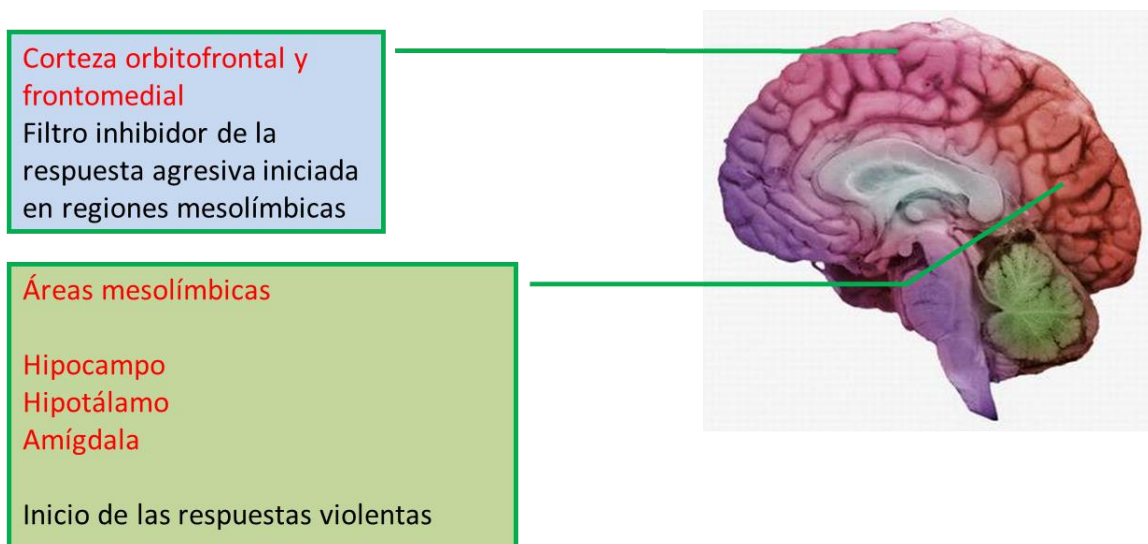
- ☀ Agresión territorial: conducta de amenaza o ataque que se muestra hacia una invasión del territorio propio, o conducta de sumisión y retirada tras enfrentarse con el intruso.
  
- ☀ Agresión maternal: conducta agresiva mostrada por las hembras en los períodos de gestación, parto y lactancia con la finalidad de proteger a su prole.
  
- ☀ Agresión irritable: agresión e ira dirigidas hacia un objeto cuando el agresor se siente frustrado, herido o estresado. Es indiscriminada y puede dirigirse hacia cualquier animal u objeto inanimado.
  
- ☀ Agresión relacionada con el sexo: se incrementan las tendencias agresivas al aumentar la pulsión sexual, provocada por los mismos estímulos que disparan la respuesta sexual.

## **2. B Bases neurofisiológicas de la agresividad**

Las investigaciones neurofisiológicas han llegado a la conclusión de la implicación de áreas cerebrales específicas en el control de la agresividad animal y humana. Sugieren que la agresión se regula en el cerebro mediante dos sistemas principales.

Las áreas mesolímbicas (hipocampo, hipotálamo, amígdala) (Figura 7) parecen ser decisivas en la activación de la respuesta agresiva (Manchanda *et al.*, 1995; Seidenwurm *et al.*, 1997; Van Elst *et al.*, 2000; Miczek *et al.*, 2007).

En este sentido, la experimentación animal ha comprobado que la estimulación eléctrica de las áreas mediales del hipotálamo aumenta la agresividad (Grossman, 1972; Siegel y Edinger, 1983; Albert *et al.*, 1987; Siegel y Pott, 1988; Roeling *et al.*, 1994). Se ha demostrado que los núcleos amigdalinos y las áreas mediales de los lóbulos temporales están implicados en el encendido de la respuesta violenta (Kaada, 1967; Ledesma Gimeno y Paniagua, 1969; Mark y Sweet, 1974; Eichelman, 1983; Treiman, 1991; Seidenwurm *et al.*, 1997). Así, la estimulación eléctrica de los núcleos amigdalinos en roedores y primates no humanos tiene un efecto de generación de agresividad (Lion, 1995).



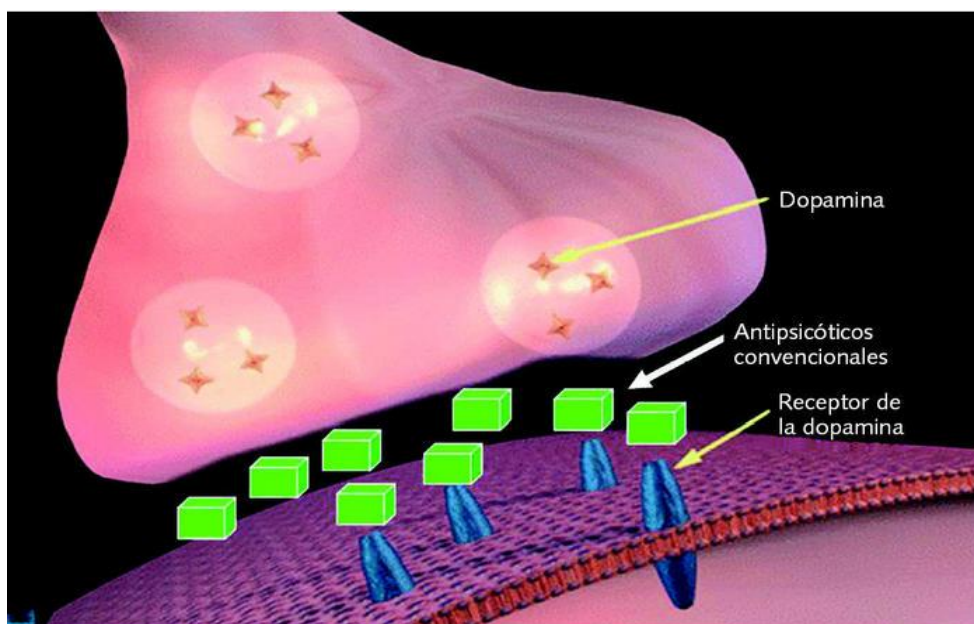
**Figura 7.** Localización de los centros de la agresividad.

Por otra parte, la corteza orbito frontal y fronto medial (Figura 7) funcionaría como un filtro inhibitorio de esta respuesta agresiva iniciada en las áreas mesolímbicas (Pietrini *et al.*, 2000; Best *et al.*, 2002), de manera que la pérdida de la inhibición cortical frontal sobre estas estructuras produce un incremento significativo de la respuesta agresiva de tipo impulsivo (Weiger y Bear, 1988; Amen *et al.*, 1996; Grafman *et al.*, 1996; Davidson *et al.*, 2000; Brower y Price, 2001; Best *et al.*, 2002).

Pietrini y colaboradores (2000) llegaron a demostrar en un experimento realizado en humanos sanos que, la activación imaginaria de situaciones de agresión inminente se acompañaba de una marcada reducción en la actividad metabólica de las áreas órbito frontales.

### **2. B. 1 Neuromodulación dopaminica**

La dopamina es una hormona y un neurotransmisor que en el sistema nervioso central cumple varias funciones: en el comportamiento y la cognición, la actividad motora, la motivación y la recompensa, la regulación de la producción de leche, el sueño, el humor, la atención, y el aprendizaje.



**Figura 8.** Inervación dopaminérgica.

Las neuronas dopaminérgicas(Figura 8) se encuentran mayoritariamente en el área tegmental ventral (VTA) del mesencéfalo, la parte compacta de la sustancia negra, y el núcleo arcuato del hipotálamo.

Los núcleos dopaminérgicos mesencefálicos reciben aferencias de muchas zonas corticales, límbicas y de asociación y se proyectan a amplias zonas del estriado y de las regiones sensorio motrices (Haber y Fudge, 1997).

Las conexiones eferentes desde la amígdala hacia la sustancia negra lateral (región del tracto nigrocentral) filtran los estímulos afectivos procedentes del exterior, lo que a su vez determina la iniciación de respuestas comportamentales como la agresión (Fudge y Haber, 2000).

La disminución en el funcionamiento de los mecanismos dopamínicos de filtrado de los estímulos ambientales conduce a la percepción de la mayoría de estos estímulos como amenazantes. Esta disminución podría estar implicada en la aparición descontrolada de respuestas de agresión afectiva o defensiva (Huertas *et al.*, 2005).

Sin embargo, se ha demostrado que el incremento de actividad dopaminérgica de las regiones límbicas facilita la agresión de tipo impulsivo en ratas (Pucilowski *et al.*, 1986; Van Erp y Miczek, 2000). Teniendo en cuenta todos estos resultados, la evidencia sobre la modulación dopaminérgica de la agresividad es más débil que la encontrada para otros sistemas de neurotransmisión (Huertas *et al.*, 2005).

## **2. B. 2 Neuromodulación gabaérgica**

El ácido gamma-aminobutírico (GABA) es un aminoácido que actúa como neurotransmisor inhibitorio y está presente en la zona pre-sináptica de las neuronas de prácticamente todo el cerebro. Es secretado por las neuronas gabaérgicas de la médula espinal, del cerebelo, de los ganglios basales y de muchas áreas de la

corteza cerebral. La unión del GABA a su receptor produce una hiper-polarización de la membrana impidiendo la transmisión del impulso nervioso.

Entre las funciones del GABA, encontramos la inhibición de GnRH (Hormona Liberadora de las Gonadotropinas). Se ha demostrado que un descenso de GABA junto con un aumento de glutamato facilita la liberación elevada de GnRH durante la pubertad, ayuda a la recuperación muscular en deportistas y mejora el sueño junto con la ornitina.

Los resultados de las investigaciones sobre la modulación gabaérgica de la agresividad humana son contradictorios y difíciles de interpretar. Aparentemente tiene efectos distintos dependiendo de las áreas cerebrales implicadas y la dinámica receptorial activada en cada una de ellas (Huertas *et al.*, 2005).

Aun así, los sistemas de transmisión gabaérgica parecen estar relacionados con el control activación-inhibición de las respuestas agresivas. Algunos estudios en animales han demostrado que los agonistas gabaérgicos como el muscinol reducen significativamente la respuesta agresiva (Rodgers y DePaulis, 1982; Cheu y Siegel, 1998). La administración de ácido valproico, agonista gabaérgico, también reduce la conducta agresiva (Lion, 1995). Sin embargo, otros estudios demuestran lo contrario. En el caso de los estudios realizados por Miczek y colaboradores (1993) demostraron que en roedores y primates que la administración de dosis bajas de etanol, un potente agonista del GABA, producía explosiones severas de agresión.

La explicación parece residir en el subtipo de agresividad que requiere el individuo en función del contexto. La agresión defensiva provocada por el miedo o el dolor sería inhibida por el sistema gabaérgico. Mientras que la ofensiva, desplegada por agresores experimentados hacia los intrusos y

dependiente de testosterona, sería estimulada por los circuitos gabaérgicos (Miczek *et al.*, 2002; Takahashi *et al.*, 2010).

### **2. B. 3 Neuromodulación noradrenérgica**

La norepinefrina es una catecolamina con doble función como hormona y neurotransmisor. Las neuronas noradrenérgicas están ubicadas en la protuberancia y la médula, y proyectan neuronas hacia el hipotálamo, el tálamo, el sistema límbico y la corteza cerebral. Estas neuronas son especialmente importantes para controlar los patrones del sueño (Gil Cabrera, 2010).

La norepinefrina funciona como neurotransmisor (junto con la epinefrina) de las vías simpáticas del SNA (Sistema Nervioso Autónomo), en las sinapsis post ganglionares, que inervan los órganos efectores. Los receptores para la norepinefrina son de tipo alfa y tipo beta. Los receptores alfa intervienen en la relajación intestinal, la vasoconstricción y la dilatación de las pupilas. Los receptores beta participan en el aumento de la frecuencia y contractilidad cardíacas, la vasodilatación, la broncodilatación y la lipólisis (Hadley, 1997).

Un alto nivel de secreción de norepinefrina aumenta el estado de vigilia, incrementando el estado de alerta en el sujeto, así como la disponibilidad para actuar frente a un estímulo. Y, por el contrario, niveles bajos de norepinefrina causan un aumento de la somnolencia, estando implicados en la depresión.

La actividad noradrenérgica podría estar más relacionada con la irritabilidad que con la violencia abierta (Coccaro *et al.*, 1991). Algunos autores han confirmado que la potenciación de la actividad noradrenérgica cerebral en

roedores aumenta la agresividad, tanto la ofensiva como la irritable (Haller, 1995). Otros estudios han demostrado cómo los sistemas de transmisión noradrenérgica están implicados en la activación del nivel de alerta respecto al entorno, la vigilancia y la irritabilidad, de tal manera que la hiperactividad noradrenérgica aumentaría la hostilidad del sujeto y su predisposición hacia la violencia (Comings *et al.*, 2000; Coccaro *et al.*, 2003).

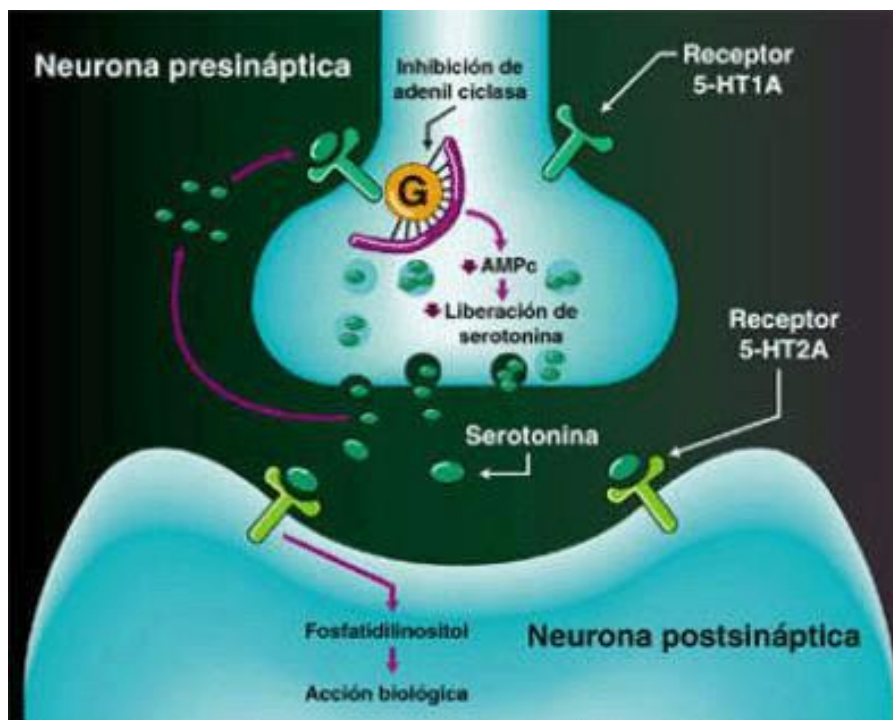
#### **2. B. 4 Neuromodulación serotoninérgica**

La serotonina (5-hidroxitriptamina, o 5-HT), es una monoamina neurotransmisora sintetizada en las neuronas serotoninérgicas en el SNC y las células enterocromafines (células de Kulchitsky) en el tracto gastrointestinal. El principal almacén de serotonina son las plaquetas en la circulación sanguínea (Gil Cabrera, 2011).

La serotonina juega un papel importante como neurotransmisor en la inhibición de la agresión, el control del apetito y de la temperatura corporal, el humor, el sueño, en funciones cardiovasculares, contracción muscular, regulación endocrina, aprendizaje y memoria, pensamiento y estado de ánimo (Ramírez, 2006a).

Las neuronas de los núcleos del rafe, que están distribuidas en nueve grupos pares, y localizadas a lo largo de toda la longitud del tronco encefálico alrededor de la formación reticular, son la fuente principal de liberación de serotonina en el cerebro. Sus axones inervan los núcleos cerebelosos profundos, la corteza cerebelosa o la médula espinal. Por otro lado, los axones de las neuronas en el núcleo rostral dorsal del rafe terminan en el tálamo, núcleo estriado, hipotálamo, núcleo *accumbens*, neocórtex, giro del cíngulo, cíngulo, hipocampo o amígdala (Gil Cabrera, 2011).

Se ha asociado la presencia de hipoactividad serotoninérgica central con los antecedentes de conducta agresiva (Asberg *et al.*, 1976; Brown *et al.*, 1982; López-Ibor Jr., 1988, Cleare y Bond, 1997; Cakiroğlu *et al.*, 2007; Miczek *et al.*, 2007). Esta asociación se ha comprobado tanto en primates como en humanos con la agresividad de tipo impulsivo y no con la agresividad controlada o predatoria (Linnoila *et al.*, 1983; Coccaro, 1989; López-Ibor Jr. *et al.*, 1990; Virkkunen y Linnoila, 1993; Mehlman *et al.*, 1994), al igual ocurre en el toro de lidia (Gil Cabrera, 2010).



**Figura 9.** Inervación serotoninérgica

Las vías serotoninérgicas que ejercen una acción inhibitoria sobre la agresividad en el hombre son las ascendentes mesoestriatales vía amigdalárica, desde los núcleos del rafe hasta la corteza prefrontal (Pucilowski y Kostowski, 1983).

La relación entre hipoactividad serotoninérgica y agresividad impulsiva se ha comprobado también en diferentes modelos animales. Melhman y colaboradores (1994) encontraron una correlación positiva entre una concentración baja de serotonina en líquido cefalorraquídeo de macacos adolescentes y un comportamiento violento e impulsivo. Por otra parte, Ferris (1996) demostró que la administración del agonista serotoninérgico fluoxetina a hámsters dorados producía una disminución sensible de la conducta agresiva.

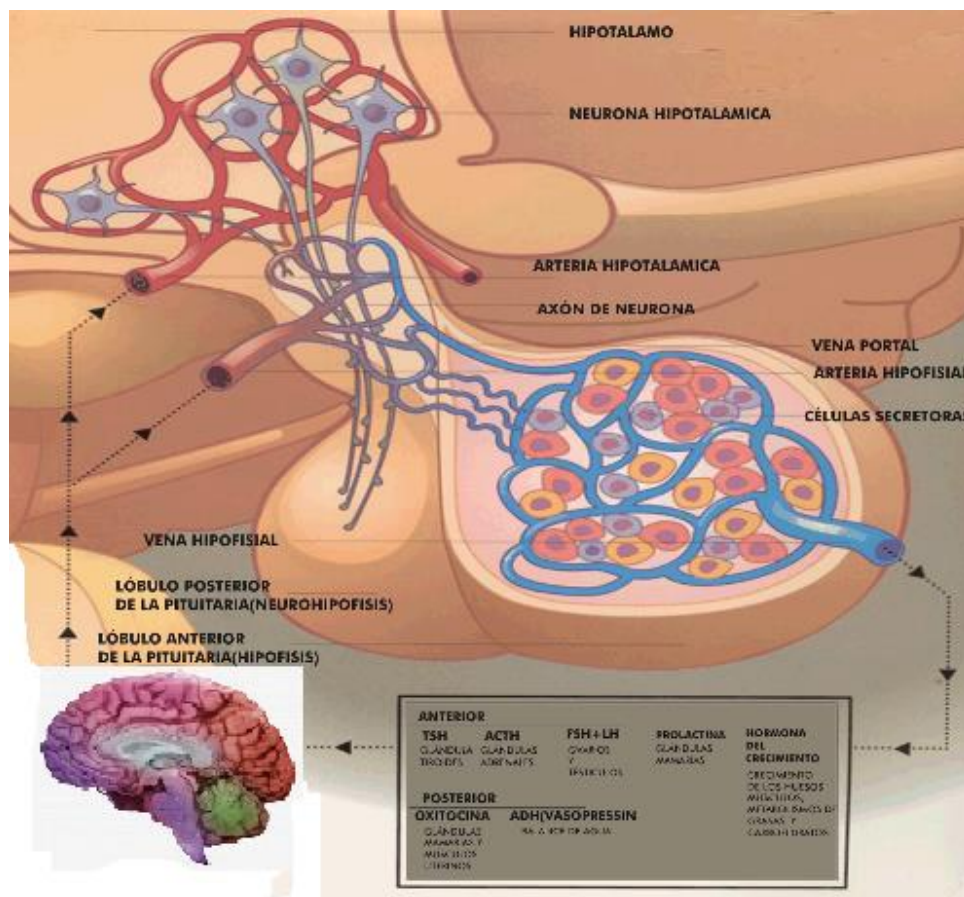
Coccaro (1992) describió cómo la hipoactividad serotoninérgica en el sistema límbico-hipotalámico se asociaba con conductas suicidas y/o agresión impulsiva en pacientes con trastornos afectivos o de personalidad. Una baja actividad de los receptores postsinápticos para serotonina en estas regiones cerebrales constituiría un marcador de riesgo de violencia impulsiva.

Como resumen podemos decir que la hipoactividad serotoninérgica en áreas prefrontales y circuitos mesoestriados se comporta como un factor de riesgo de impulsividad y de conductas violentas de tipo impulsivo, dirigidas tanto al propio sujeto como a otros individuos. Además, respecto a la regulación noradrenérgica se puede afirmar que ambos mecanismos de control de la impulsividad y la agresividad operan de forma independiente, ya que cuando se acompaña la hipoactividad serotoninérgica de hipoactividad noradrenérgica, se producen estados depresivos y agresión hacia el propio sujeto; sin embargo, si coincide con hiperactividad noradrenérgica produce estados irritables y violencia hacia el exterior (Carrasco y Sáiz, 1998).

Por lo tanto, se puede afirmar que los circuitos serotoninérgicos son determinantes en el control de la agresividad tanto en humanos como en otros animales, actuando los demás neurotransmisores de forma indirecta a través de las señales de serotonina (Nelson y Chiavegatto, 2001; Rosado *et al.*, 2010; Gil Cabrera, 2010).

**2. B. 5 Neuromodulación por andrógenos**

La testosterona es una hormona que, al igual que otros andrógenos, se produce en la corteza adrenal y en las gónadas masculinas y femeninas. En el período perinatal (un mes antes y dos después del nacimiento), se produce un pico de secreción de testosterona que determina la masculinización del cerebro (Rubinow y Schmidt, 1996; Mazur y Booth, 1998; Christiansen, 2001). Al iniciarse la pubertad, se produce otro pico significativo en la secreción testicular de testosterona, responsable de la diferenciación sexual y corporal masculina (maduración de los órganos sexuales, cambios físicos en la laringe, el vello y la masa muscular), de la facilitación de la libido y la potencia sexual, y de la combatividad de los machos (Mazur y Booth, 1998).



**Figura 10.** Neuromodulación por andrógenos

El dimorfismo sexual de la estructura del cerebro implica que los andrógenos determinen patrones específicos en el tamaño de ciertos núcleos cerebrales, en el número de sus neuronas y el programa de conexiones sinápticas de múltiples circuitos neuronales (Gorski, 1991). Existe evidencia de la acción de los andrógenos sobre la estructura del SNC, tanto en animales (Brain, 1979; Rhee *et al.*, 1990) como en humanos (Allen y Gorski, 1992; Rubinow y Schmidt, 1996).

En los vertebrados los andrógenos modulan la conducta sexual y agresiva, aunque no causan cambios comportamentales *per se*, tan sólo incrementan la probabilidad de que ocurra una respuesta conductual en presencia de estímulos específicos (Christiansen, 2001).

En el cerebro, los receptores para andrógenos y estrógenos se localizan principalmente en el sistema límbico (Christiansen, 2001), aunque también se pueden encontrar distribuidos de forma difusa por todo el cerebro. Existen trabajos que demostraron que la implantación de testosterona en el hipotálamo y el núcleo caudado de ratas macho castradas restauraba la conducta agresiva eliminada con la castración (Christie y Barfield, 1973).

La relación entre actividad elevada de testosterona y conducta agresiva-competición-dominación está bien establecida en todos los mamíferos, aunque los primates no humanos y los humanos parecen ser menos dependientes de los andrógenos para la expresión de conductas de agresión y dominación (Christiansen, 2001) que mamíferos no primates, debiendo de existir otros factores, como un probable control neuroquímico desde el hipotálamo, de la expresión de la conducta agresiva en los primates (Dixon, 1980). Este tipo de respuesta se denomina agresividad hormonal o dependiente de testosterona.

La agresión social intraespecífica (territorial, ínter machos, relacionada con el rango) es la forma de agresividad hormonal en los mamíferos no humanos (Barfield, 1984). Esta forma de hostilidad competitiva también se observa en las hembras, especialmente durante la lactancia y el cuidado de las crías (agresión maternal) (Van de Poll *et al.*, 1981).

La mayoría de los estudios sobre la regulación hormonal de la conducta agresiva se han realizado en roedores. En su conjunto, los resultados muestran que la testosterona modula la agresión territorial ínter machos pero no la agresión predatoria o la defensiva inducida por miedo (Moyer, 1968; Floody y Pfaff, 1974). También existen algunos estudios realizados en bovinos; entre ellos, un trabajo realizado en machos de la raza Hereford, que muestra una disminución de las conductas agresivas exhibidas por aquellos animales a los que se les había inmunizado contra la GnRH y, por lo tanto que presentaban una menor concentración de testosterona sérica (Price *et al.*, 2003).

Higley y colaboradores (1996) encontraron niveles elevados de testosterona libre en LCR (líquido cefalorraquídeo) de primates agresivos. Este marcador bioquímico no se relacionaba con tasas altas de impulsividad, que se asociaba a niveles bajos de serotonina en LCR. Así, niveles altos de testosterona en LCR se asociaban a la agresión asertivo-competitiva dirigida hacia la dominación social, mientras que niveles bajos de serotonina en LCR se asociaban a la agresión intensa de tipo irritable-impulsiva.

En concordancia con estos resultados, Kalin (1999) observó en macacos que la agresión ofensiva se acompaña de niveles altos de testosterona, baja actividad serotoninérgica cerebral y niveles bajos de cortisol plasmático, mientras que la respuesta hostil defensiva no mediada por testosterona, era causada por el miedo y se acompañaba de hipercortisolemia. En este sentido, Wobber y col. (2010) han descrito recientemente que en distintas especies de primates se produce un aumento en la concentración de testosterona en saliva

cuando los animales perciben las situaciones estresantes desde una perspectiva de dominancia, y un aumento en la concentración de cortisol en saliva cuando los animales perciben la situación estresante desde una perspectiva de competencia entre individuos (Wobber *et al.*, 2010). Estos resultados han sido confirmados recientemente por Peterson en un estudio en el que se relaciona la experiencia subjetiva de ira en humanos con un aumento en la concentración de testosterona pero no de cortisol ( Peterson and Harmon-Jones, 2012).

En los últimos años, se ha intentado relacionar la acción cerebral de los neuromoduladores androgénicos y estrogénicos con la regulación serotoninérgica de la agresividad. Birger y col. (2003) han documentado en humanos el denominado vínculo testosterona-serotonina. En ese trabajo, se establece que la testosterona y sus metabolitos regulan a la baja los receptores serotoninérgicos en ciertas áreas cerebrales relacionadas con la expresión de la agresividad, la ansiedad y el miedo, es decir, los neuromoduladores androgénicos reducen el control serotoninérgico de la agresión.

## **2. C Agresividad en el toro de lidia**

El toro de lidia es un animal de carácter irritable y complicado por naturaleza, aunque en las situaciones cotidianas, en el campo o cuando se encuentra en manada, no lo suele demostrar. El aislamiento de los individuos de la manada, el estar encerrado o el verse acosado, desencadenan las respuestas agresivas que lo caracterizan.

Enmarcándola dentro del toro de lidia, definimos la agresividad como la conducta de amenaza, ataque o defensa, que manifiesta el toro a través de respuestas violentas ante el aislamiento, el encierro, el acoso o los estímulos que recibe durante la lidia. Por esta razón dependiendo del carácter más o

menos bravo del toro podrá manifestar una agresividad de tipo más ofensivo o defensivo, respectivamente, durante la lidia. Además, el toro en el desarrollo de su lidia se encuentra frecuentemente frustrado debido a que sus ataques contra los estímulos externos no suelen tener éxito.

Gil Cabrera (2010) describió que el toro de lidia se puede enmarcar en varios de los tipos de agresión:

- La agresión ínter machos que se da en el campo, a la hora de establecer una jerarquía entre machos.(Figura 11)



- **Figura 11.** Pelea de toros en el campo.

- La agresión inducida por el miedo se observa cuando se ve aislado, acorralado..., tanto en el campo como en la plaza.(Figura 12)
- Agresión territorial, la demuestra en el campo y en la plaza, en esta última cuando el torero invade su terreno. Esto es lo que llamamos la zona de fuga, que durante la lidia va disminuyendo a causa del cansancio y de la habituación.
- Agresión irritable, ocurre cuando el animal se siente en la plaza herido, frustrado y estresado.

- En las vacas, se observa agresión maternal cuando, tras el parto, algún extraño se acerca al becerro.
- En la época de celo de las vacas son frecuentes las peleas entre machos, que responden a una agresión relacionada con el sexo.



**Figura 12.** Agresividad durante la lidia en la plaza.

### 3 ESTRÉS Y AGRESIVIDAD

Existen numerosos trabajos que tratan de demostrar la relación entre la fisiología del estrés y la agresividad en los distintos modelos animales. Así, el eje HHA parece que desempeña un papel muy relevante en la provocación, desarrollo y aumento del comportamiento agresivo en animales. Por ejemplo, en humanos se ha demostrado que tras un ensayo de provocación de comportamientos agresivos, la concentración de cortisol aumentaba significativamente respecto a los valores basales (Böhnke *et al.*, 2010).

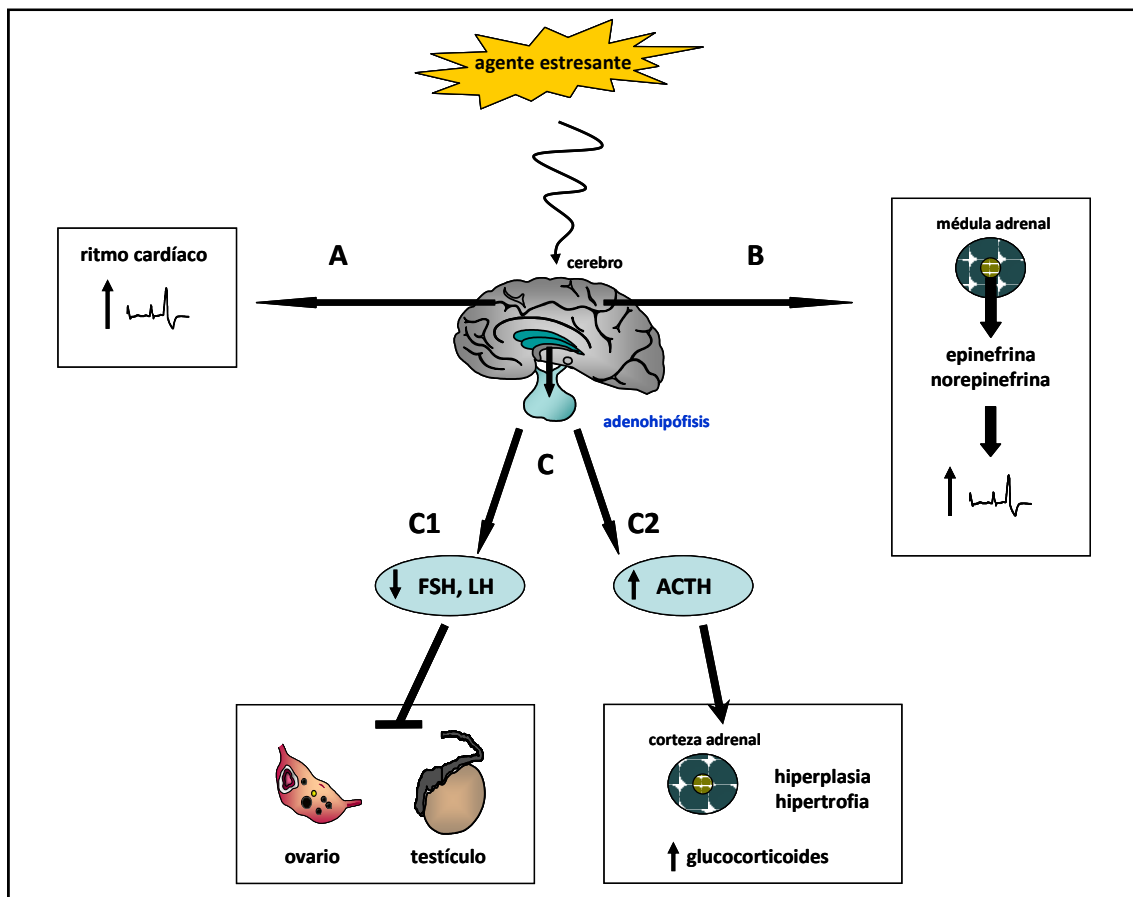


Figura 13. Rutas de iniciación de la respuesta al estrés.

La serotonina es uno de los neurotransmisores que más claramente están relacionados con el desarrollo de comportamientos agresivos y, durante los últimos años, se ha estudiado su influencia sobre el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, comprobándose la interacción entre ambos a múltiples niveles, y estableciéndose así una relación entre estrés y agresividad. Existen evidencias farmacológicas que indican que los receptores de serotonina en el cerebro pueden activar el eje HHA en ratas (Fuller, 1990). El papel fisiológico de la influencia serotoninérgica sobre la función hipófisis-adrenocortical no está todavía claro, pero la serotonina podría desempeñar un papel importante en el ritmo circadiano de la secreción adrenocortical y en la activación hipófisis-adrenocortical por ciertos tipos de estrés (Szafarczyk *et al.*, 1980; Fuller, 1992). Entre los múltiples receptores de serotonina que existen en el cerebro, al menos dos (5-HT1A y 5-HT2) parecen mediar la activación de la función hipófisis-adrenocortical-hipotalámica (Fuller, 1992).

Los sistemas monoaminérgicos centrales se activan con condiciones estresantes. Se cree que estos cambios resultan en modificaciones en el comportamiento, así como en la cascada de liberación de hormonas desde el eje HHA. Los sistemas serotoninérgicos son activados rápidamente (30 segundos) o lentamente (1 semana) tras los acontecimientos estresantes. La rápida inactivación de la respuesta del eje HHA, presumiblemente vía hipocampo y por retrofuncionalidad negativa, contrasta con la lenta y crónica activación de la reacción serotoninérgica en la amígdala medial en animales subordinados, una respuesta que es intensificada por la corticosterona periférica (Emerson *et al.*, 2000).

En general, podemos hablar de conexiones neuroanatómicas directas o indirectas entre el sistema serotoninérgico y el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal. Respecto a las conexiones neuroanatómicas directas, se conoce que algunas de las neuronas serotoninérgicas van desde el núcleo del rafe hacia el núcleo paraventricular y hacen sinapsis con neuronas secretoras de CRH (Fuller, 1992). Otra conexión directa entre el circuito serotoninérgico y el eje límbico-

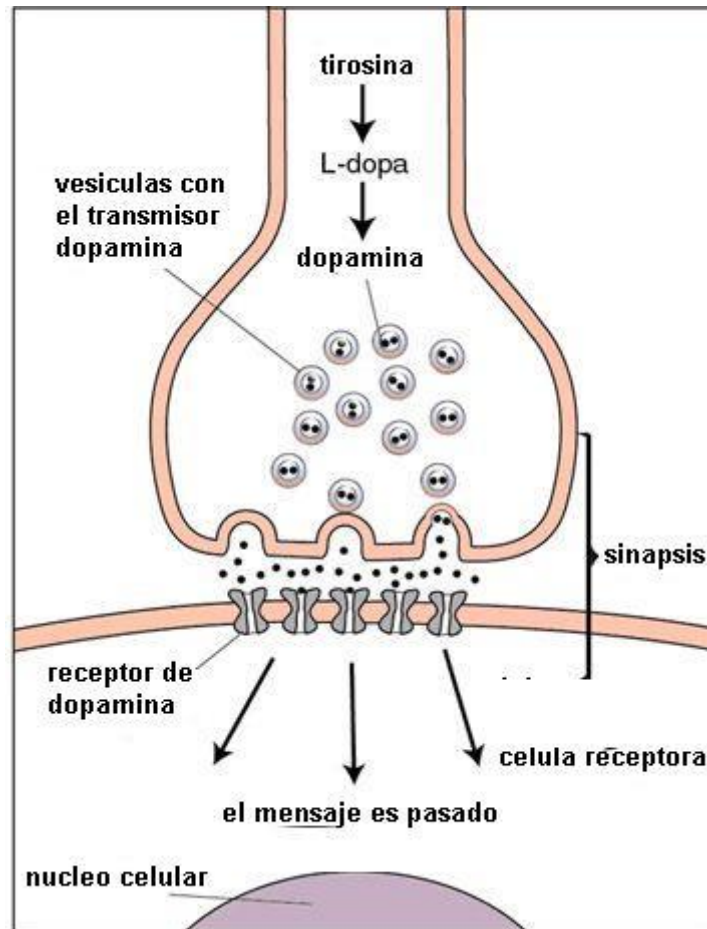
hipotálamo-hipófisis-adrenal ocurre en el hipocampo, que desempeña un papel importante en la modulación de la respuesta hormonal al estrés (López *et al.*, 1999).

Además de estas conexiones directas, el sistema serotoninérgico también puede modular dicho eje a través de circuitos indirectos, puesto que existen circuitos que se dirigen hacia otras áreas del cerebro, tales como la amígdala y el núcleo supraquiasmático, que modulan la función del núcleo paraventricular y juegan un papel importante en la respuesta al estrés (López *et al.*, 1999). Feldman y colaboradores (2000) demostraron que la estimulación directa de norepinefrina y serotonina en la amígdala, activa el eje HHA y que este efecto depende de la presencia de estos neurotransmisores a nivel hipotalámico.

La estimulación farmacológica con agentes serotoninérgicos, como precursores, inhibidores de su eliminación, estimulantes de su liberación y agonistas directos, puede activar la liberación de ACTH, CRH y corticosterona en ratas (Fuller, 1992). Muchas áreas del cerebro que expresan receptores de serotonina tienen gran cantidad de receptores corticosteroides; por ejemplo, el hipocampo tiene altas concentraciones de serotonina en las mismas neuronas que contienen un gran número de receptores para glucocorticoides (López *et al.*, 1999).

Pero la serotonina y los receptores corticosteroides no sólo interactúan anatómicamente sino también funcionalmente. Se ha demostrado que la administración de serotonina puede regular los receptores glucocorticoides y que la destrucción farmacológica de proyecciones serotoninérgicas disminuye los niveles de ARNm de glucocorticoides en el hipocampo (Seckl *et al.*, 1990). Algunos estudios indican acciones excitatorias de la serotonina sobre la liberación de ACTH y corticosterona, mientras que otros indican que, dependiendo de su concentración, facilitará o inhibirá efectos en el tono del eje HHA (Herman y Cullinan, 1997). En otro sentido, también ha sido demostrado

que la adrenalectomía y administración de corticosteroides regulan el número de receptores 5-HT<sub>1A</sub> en el hipocampo (Chalmers *et al.*, 1993, 1994).



**Figura 14.** Sistema dopaminérgico .

También se ha observado que la unión de la serotonina a sus receptores 5HT-2 puede ser regulada por glucocorticoides y por el estrés. Asimismo, existen evidencias de que la CRH puede influir en la liberación de serotonina. Por lo tanto, la hipersecreción simultánea de componentes centrales y periféricos del eje HHA puede tener un impacto aditivo en la función serotoninérgica (López *et al.*, 1999; Forster *et al.*, 2008).

ACRÓNIMOS

RESUMEN

SUMMARY

INTRODUCCIÓN

**OBJETIVOS**

MATERIAL Y MÉTODOS

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

RESUMEN

SUMMARY

BIBLIOGRAFÍA



El toro de lidia constituye un modelo animal de gran interés debido a su comportamiento, único dentro del reino animal, en situaciones de alto nivel de estrés, como es la lidia. Del mismo modo, en el toro de lidia tiene un papel importantísimo la agresividad; este componente agresivo es fundamental para el desarrollo del correspondiente festejo taurino y la propia percepción por parte del público asistente al mismo del riesgo inherente a él.

Las hormonas implicadas en la agresividad son: serotonina, dopamina y testosterona.

Para estudiar esta característica referida al comportamiento del toro bravo nos hemos planteado las siguientes hipótesis nulas:

**H(A)<sub>0</sub>: El toro es capaz de desarrollar un comportamiento agresivo durante la lidia.**

**H(B)<sub>0</sub>: La serotonina, dopamina y la testosterona séricas son indicadores del grado de agresividad manifestado por el toro durante su lidia.**

Con el fin de resolver estas hipótesis nos planteamos los siguientes objetivos:

- Estudio de las bases neurofisiológicas del factor agresividad en el toro de lidia. Mediante el análisis de las hormonas séricas: serotonina, dopamina y testosterona.
- Estudio del factor de comportamiento agresivo desarrollado por el toro durante la celebración de la lidia, mediante tablas de comportamiento.

- Relación de las variables neuroendocrinas con el comportamiento desarrollado durante la lidia. Mediante el análisis de las hormonas séricas: serotonina, dopamina y testosterona, y su correlación con los valores obtenidos en las tablas de comportamiento.

ACRÓNIMOS

RESUMEN

SUMMARY

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

## MATERIAL Y MÉTODOS

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



# 1 ANIMALES

Para la realización del estudio se utilizaron 290 animales de la raza de lidia, *Bos taurus* L., machos, de distintas edades y en diferentes situaciones. Se establecieron tres grupos de animales:

## 1. A *Grupo Control*

Como controles se utilizaron 6 toros que estaban destinados a la lidia. Las muestras de estos toros se recogieron en la Plaza de Toros de Las Ventas de Madrid durante la temporada 2002. Estas muestras proceden de la seroteca del Departamento de Fisiología (Fisiología Animal) de la Facultad de Veterinaria de la UCM.

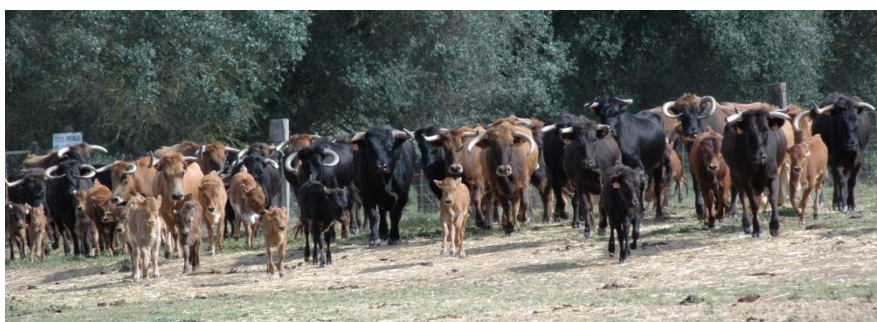


**Figura 15.** Toros en la dehesa

## 1. B *Becerras-Toros Lidia Ordinaria*

Se obtuvieron muestras de sangre de 284 becerros con edades comprendidas entre los 6 y 8 meses. Fueron tomadas en una de las faenas de manejo como es el herradero. Los animales se desahijaron unas quince horas antes de la recogida de muestras y se mantuvieron en corrales, juntos hasta el momento del marcado a fuego, o identificación a fuego de acuerdo con la normativa vigente. En ese momento, se aislaron y se introdujeron en un cajón de herrado donde permanecieron prácticamente inmovilizados en su totalidad

durante un periodo de tiempo que oscila de dos a tres minutos. Durante este corto periodo de tiempo, el animal fue herrado y simultáneamente se hizo la señal específica y propia de la ganadería en las orejas. La sangre utilizada para la medida de las diferentes variables estudiadas se extrajo por punción de la vena coccígea con agujas de 0,9 x 40 mm (20 G x 11/2), en tubos Vacutainer, con gel separador del coágulo. La recogida de muestras tuvo lugar en Octubre, Noviembre, Diciembre, Abril y Agosto de los años: 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008, y se realizó entre las 9 y las 15 horas, manteniéndose en todo momento las muestras refrigeradas.



**Figura 16.** Vacas con becerros antes del desahijado



**Figura 17.** Herrado a mano



**Figura 18.** Herrado con cajón

Durante las temporadas comprendidas entre 2007 y 2012 se hizo el correspondiente seguimiento de estos becerros, pudiéndose evaluar el comportamiento de 130 de los 284 durante su lidia como toros, recogándose sangre de estos animales después de la lidia. Estos resultados fueron utilizados posteriormente para corroborar la hipótesis de este trabajo.

## 1. C Toros Encastes - Lidia Ordinaria

Las muestras de sangre recogidas tras la lidia se obtuvieron de 130 toros de entre cuatro y cinco años de edad. La sangre de los toros se recogió en el desolladero de la plaza de toros una vez que se realizó el correspondiente arrastre hasta dichas dependencias, y se obtuvo por sección en la vena yugular. Los toros estudiados fueron lidiados durante las temporadas 2002 y 2009 y durante su lidia se registró su comportamiento. Estas muestras proceden de la seroteca del Departamento de Fisiología (Fisiología Animal) de la Facultad de Veterinaria de la UCM. (Figura 19)



**Figura 19.** Recogida de sangre en el desolladero de la plaza después de la lidia del toro.

El número de animales estudiados por encastes fue:

- Domecq = 37
- Nuñez = 25
- Murube = 22
- Albaserrada = 20
- Urcola = 18
- Vega-Villar = 8

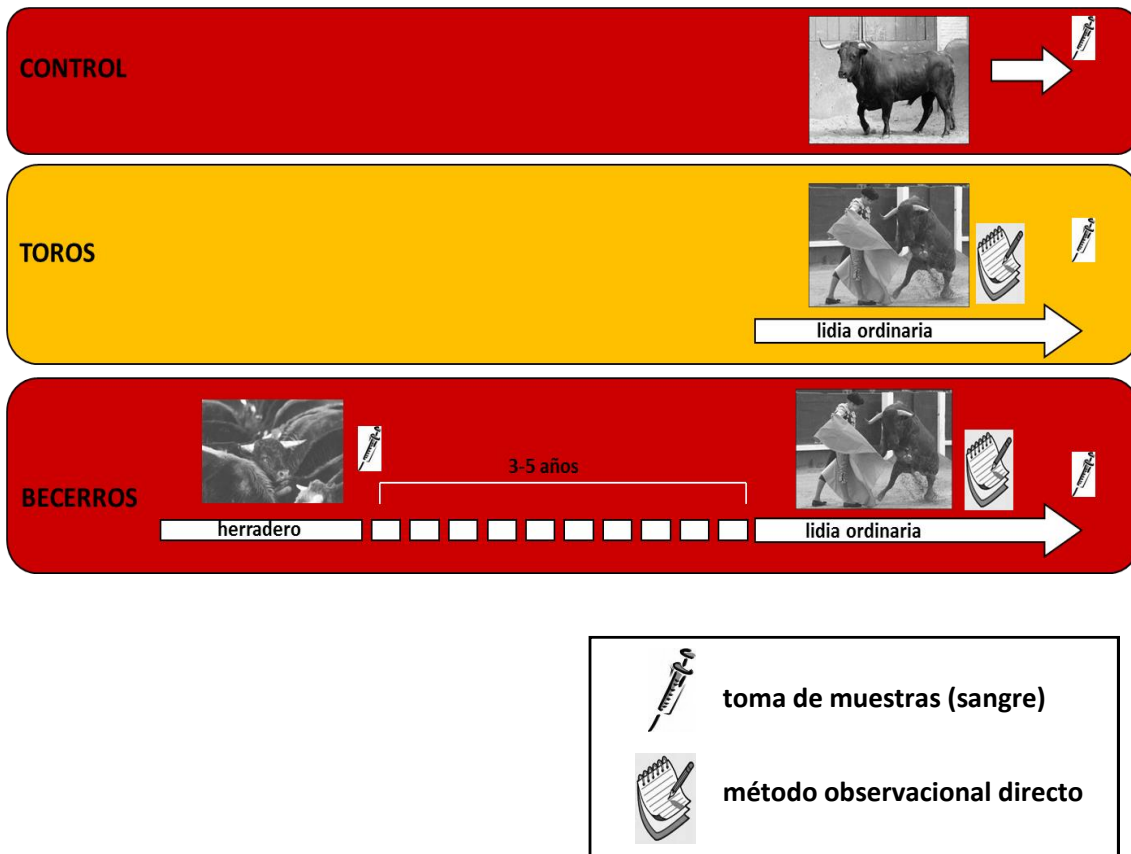


Figura 20. Diseño experimental.

## 2 PROCESADO DE LAS MUESTRAS

Las muestras de sangre se mantuvieron a 4° C desde su recogida hasta su procesamiento 24 horas después; durante este tiempo los tubos con la sangre se mantuvieron en posición vertical, ligeramente inclinados para de esta manera poder facilitar la separación del suero del coágulo. Pasadas las 24 horas después de la extracción, se centrifugaron los tubos durante 20 minutos a 4° C a 1200 xg en una centrífuga Minifuge RF (Heraeus, Hannover, Alemania) para terminar de separar el suero. El suero se alicuotó en tubos de plástico de 15 x 50 mm, taponados y sellados con parafilm (American National Can, Greenwich, USA). Cada tubo se identificó y etiquetó con el número de animal y fecha de recogida. El suero se almacenó y conservó a -30° C hasta su posterior análisis. (Figura 21)



**Figura 21.** Procesado de las muestras.

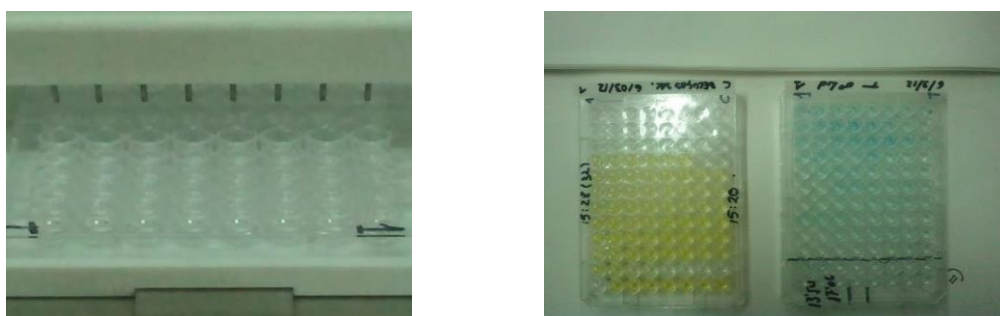
## 3 MEDIDA DE LAS CONCENTRACIONES DE HORMONAS EN SANGRE

### 3. A EIA de competición

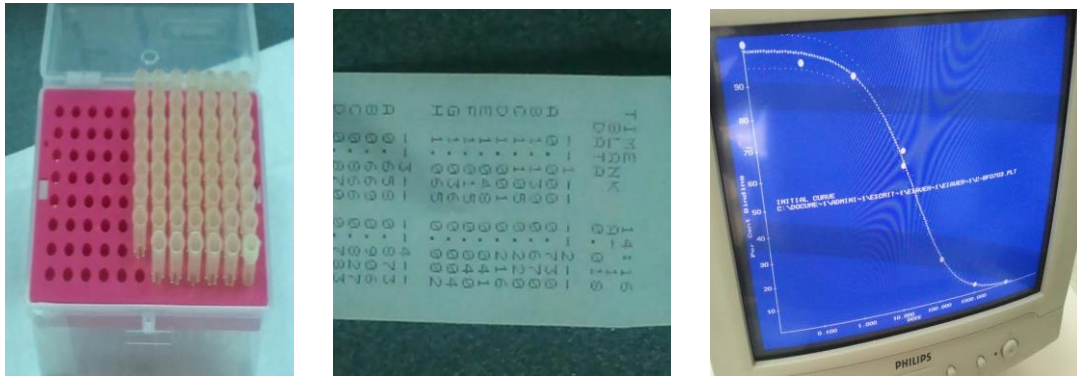
#### Fundamento de la técnica EIA de Competición

El ensayo inmunoenzimático de competición (EIA, del inglés *Enzyme Immuno Assay*) se basa en la competición que se establece entre la hormona sin marcar (muestra problema, de concentración desconocida, o estándar, de concentración conocida) y la hormona marcada con una enzima, por unirse a los sitios de unión de un anticuerpo específico que se ha fijado previamente a una fase sólida. (Figura 22)

Esta técnica está basada en la medición de la fracción de hormona marcada con la enzima que se une al anticuerpo prefijado en la fase sólida mediante la cuantificación de la reacción de la enzima unida a la hormona con su sustrato unido a un cromógeno. En esta reacción se obtiene un producto coloreado y la absorbancia del color desarrollado es proporcional a la cantidad de hormona marcada que se ha unido al anticuerpo y, por lo tanto, inversamente proporcional a la cantidad de hormona sin marcar presente en la muestra problema.

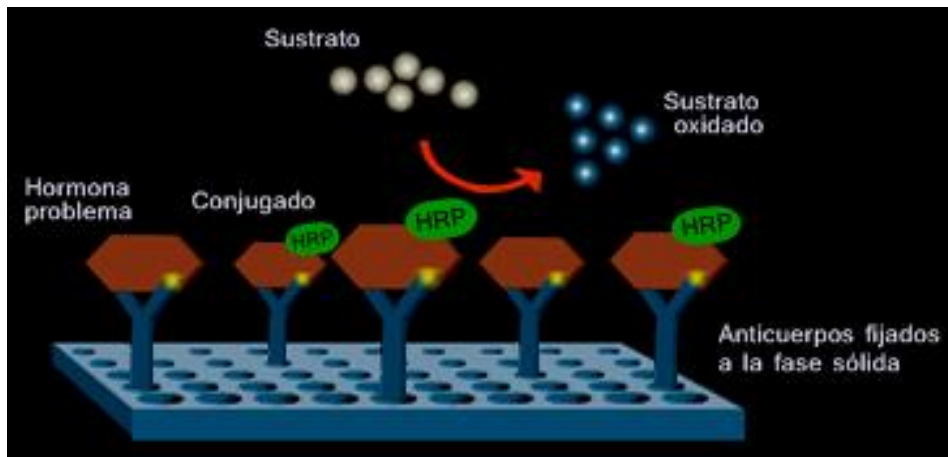


**Figura 22.** Placas de EIA antes y después de la adición del sustrato.



**Figura 23.** Material y lectura de la placas y procesado de las mismas.

Mediante la técnica de EIA de competición se determinaron las concentraciones en sangre de serotonina, dopamina y testosterona.(Figura 23)



**Figura 24.** Esquema de EIA de competición.

### **3. A. 1 Determinación de la concentración de Serotonina y Dopamina en suero**

Para la evaluación de las concentraciones séricas de serotonina se utilizaron los Kits de Serotonin-ELISA y Dopamine-ELISA (DLD Diagnostika GMBH, Hamburgo, Alemania). El kit ELISA de competición se basa en la competición entre la serotonina o dopamina de la muestra y la serotonina o dopamina fijada a la fase sólida, por unirse al anticuerpo.

La serotonina o dopamina están fijadas a la fase sólida de la microplaca. La serotonina o dopamina acilada de las muestras y la serotonina o dopamina unida a la fase sólida compiten por los sitios de unión de los anticuerpos. Cuando el sistema está en equilibrio, el antígeno libre y los complejos antígeno-anticuerpo libres son eliminados por lavado. El anticuerpo unido a la fase sólida es detectado por otro anticuerpo unido a la peroxidasa. La reacción sustrato TMB/peroxidasa es medida a 450 nm. La cantidad de anticuerpo unido a la serotonina de la fase sólida es inversamente proporcional a la concentración de serotonina que hay en la muestra.

Preparación de las muestras (acilación):

1. Pipetear 10  $\mu$ l de estándares A-F, 10  $\mu$ l de los controles y 10  $\mu$ l de las muestras en los respectivos pocillos de la placa de reacción.

Estándar	A	B	C	D	E	F
ng/ml	0	15	50	150	500	2.500

Control 1: 129 ng/ml.

Control 2: 366 ng/ml.

2. Pipetear 250  $\mu$ l de tampón de acilación en todos los pocillos.
3. Pipetear 25  $\mu$ l de reactivo de acilación en todos los pocillos.
4. Incubar 15 minutos a temperatura ambiente (aprox. 20 °C) en un agitador.
5. Utilizar 10  $\mu$ l de la muestra acilada, para ELISA.

Realización del test de ELISA:

1. Incubación de las muestras.
  - a. Pipetear 10  $\mu$ l de los estándares A-F, controles y muestras en los respectivos pocillos (se recomienda duplicados).
  - b. Pipetear 50  $\mu$ l de anticuerpo en todos los pocillos.
  - c. Incubar durante 60 minutos a temperatura ambiente en un agitador.
2. Lavado.

Eliminar el contenido de los pocillos y lavar con 250  $\mu$ l de solución de lavado. Repetir el proceso 4 veces.
3. Incubación con el conjugado.

Pipetear 100  $\mu$ l del conjugado enzimático en todos los pocillos e incubar 30 min a temperatura ambiente en un agitador.
4. Lavado.

Repetir el paso 2.
5. Incubación con el sustrato.

Pipetear 100  $\mu$ l del sustrato en todos los pocillos e incubar 20-30 min a temperatura ambiente en un agitador.
6. Frenado de la placa.

Pipetear 100  $\mu$ l de solución de frenado en todos los pocillos.
7. Lectura de la placa.

Leer a densidad óptica a 450 nm en un lector de placas.

Procesado de los resultados:

El procesado de los resultados obtenidos en el análisis hormonal, se realizó con la ayuda del programa informático diseñado especialmente para ello en el Departamento de Informática de la Universidad de California (Davis, USA).

En este caso se calculó la curva patrón enfrentando las concentraciones estándar de cada una de las hormonas con sus respectivas diluciones y el porcentaje de unión de las muestras estándar con el anticuerpo (B/B<sub>0</sub>).

A continuación, el programa calculó las concentraciones de las muestras problema tomando como referencia las curvas patrón. Para expresar estas concentraciones en las unidades correctas fue necesaria la introducción de un factor de corrección en función de la dilución utilizada.



**Figura 25.** Lector de placas.

### **3. A .2 Determinación de la concentración de testosterona en suero**

Para la determinación de la concentración de testosterona en suero se utilizó la técnica EIA (Enzyme Inmuno Assay) de competición, cuyos fundamentos se explicaron al inicio de este apartado.

#### **1. Tratamiento de la muestra:**

Se analizaron las muestras de suero de los distintos grupos de animales utilizándose un método directo sin extracción previa de la muestra.

#### **2. Adsorción de los anticuerpos a la fase sólida:**

Los anticuerpos policlonales fueron obtenidos y caracterizados en el Departamento de Fisiología Animal (Facultad de Veterinaria. U.C.M.): antitestosterona (T3CMO0697) (Illera *et al.*, 1992; Illera *et al.*, 1993b; Illera *et al.*, 1997).

Diluimos el anticuerpo en tampón carbonato/bicarbonato (0,05M, pH: 9,6) hasta llegar a la dilución correspondiente. A continuación se tapizaron los pocillos de una microplaca de poliestiereno de 96 pocillos y fondo plano con 100 µl, excepto un pocillo que se dejó como blanco.

Se sellaron las placas con selladores de acetato y se incubaron a 4° C durante 16 horas.

Seguidamente, la placa se lavó tres veces con solución de lavado NaCl 0,15 M/ Tween-20 0,05%. (200  $\mu$ l por pocillo) para eliminar el exceso de anticuerpo que no se fijó a la placa y se secó enérgicamente volcando la misma en papel de filtro.

### 3. Reacción de competición

La reacción se produce entre la hormona libre, ya sea de la muestra o estándar, y la hormona conjugada a la enzima.

Los conjugados hormona-peroxidasa fueron preparados y caracterizados en el Departamento de Fisiología Animal (Facultad de Veterinaria, U.C.M.) para la hormona testosterona (Illera *et al.*, 1993; Silván *et al.*, 1993; Illera *et al.*, 1997).

Determinación de las diluciones óptimas de trabajo: Para determinar la dilución óptima de anticuerpo y conjugado para las hormonas se enfrentaron diluciones diferentes de anticuerpo y conjugado. Las diluciones de anticuerpo empleadas para testosterona fueron 1/2.000, 1/4.000, 1/6.000 y 1/12.000 y para el conjugado 1/20.000, 1/40.000, 1/60.000 y 1/120.000. Se seleccionaron las diluciones que presentaron una densidad óptica de 0,6 a 0,8 a 450 nm (Munro y Stabenfeldt, 1984), eligiéndose las siguientes:

- Testosterona: 1/4.000 de anticuerpo y 1/40.000 de conjugado.

Determinación de las curvas estándar: Para trazar la curva patrón o estándar de cada una de las hormonas se partió de una solución madre de concentración conocida: 2 mg/ml en etanol absoluto, que se fue diluyendo sucesivamente hasta obtener un margen de 1 pg a 1 ng, utilizando un total de 10 estándares. Las diluciones se realizaron en tubos de vidrio de 10 x 50 mm

en etanol absoluto, el alcohol se evaporó utilizando un evaporador por corriente continua de nitrógeno (Turbo Vap LV Evaporator, Zymak) a 40° C y 6 PSI de presión de nitrógeno.

A continuación se procedió a diluir las muestras en la solución de conjugado en la siguiente proporción: 50 µl de muestra se diluyen en 150 µl de conjugado en un tubo de ensayo de cristal de 25 x 70 mm y se homogeneizó cuidadosamente mediante vórtex. Se utilizaron 60 µl de esta solución junto con 40 µl de tampón EIA para tapizar los pocillos de la placa de poliestireno.

El tiempo que transcurre hasta el tapizado de la placa con los estándares y las muestras no debe sobrepasar los 10 minutos, debido a que las variaciones de absorbancia observadas en la determinación de una misma muestra, pueden alterar la repetibilidad de la técnica de análisis.

Las muestras estándar y problema se determinaron por duplicado.

Las placas se sellaron, incubándose durante un período de 2 horas a temperatura ambiente.

#### 4. Separación de las fracciones de hormona libre y unida a los anticuerpos adsorbidos en la fase sólida:

Se realizó por volcado de las placas y posterior lavado con 250 µl de solución de lavado por pocillo (tres veces).

5. Adición del sustrato y del cromógeno:

En todos los pocillos de la placa se añadieron 100 µl de Tetrametilbenzidina Substrato K blue (Neogen, USA), se selló y se incubó veinte minutos a temperatura ambiente.

6. Frenado de las placas:

Tras el tiempo necesario para que se desarrolle el color del cromógeno, se produce el frenado de la reacción añadiendo 100 µl de solución de frenado ( $\text{H}_2\text{O}_4\text{S}$  1M).

7. Lectura de las placas:

Una vez frenada la reacción del sustrato, se procedió a la lectura de la densidad óptica del color desarrollado. Para ello empleamos un lector automático EIA (Bio-Tek Instruments) que, mediante filtros de 450 y 600 nm, realiza una lectura bicromática eliminando el color producido por una posible reacción inespecífica de fondo.

8. Procesado de los resultados:

Los resultados de la testosterona se procesan de la misma forma que los resultados de serotonina y dopamina.

## 4 MÉTODO OBSERVACIONAL DIRECTO

Para evaluar el comportamiento de los toros durante su lidia, se utilizó el método observacional directo describiendo, a través de la percepción del observador, los estímulos y las acciones comportamentales del toro relacionadas con la agresividad. Estas acciones se registraron en una plantilla que diseñamos al efecto, de manera que a cada animal le fue asignada una nota en un rango de uno a cinco. Esto nos permite determinar una nota de agresividad para su comportamiento de una forma más objetiva:

- 1: Muy poco agresivo
- 2: Poco agresivo
- 3: Combativo
- 4: Agresivo
- 5: Muy agresivo

Se consideraron indicadores de la agresividad durante la lidia determinadas acciones comportamentales tales como:

- Repetir las embestidas con codicia o vehemencia.
- Dudar en la embestida y al embestir hacerlo de manera poco franca, acortando la trayectoria previsible para buscar al torero.
- Amenazar y dudar con mucha frecuencia ante la presentación de los estímulos.

- Cabecear, acometer con la cara alta e intentar defenderse ante los engaños con rapidez y de forma inesperada e intentando agredir a su contrario (derrotar).
- Cocear a los estímulos presentados, vocalizar en sus diferentes versiones y momentos al acometer, o no, a los engaños.

Se han desarrollado algunas plantillas para caracterizar el comportamiento del toro durante su lidia; dichas plantillas son complejas y describen un comportamiento global centrándose fundamentalmente en la valoración objetiva de la bravura (Gaudioso y Sánchez, 1987).

Puesto que nuestro objetivo es analizar un comportamiento muy específico del toro de lidia como es la agresividad desarrollada durante la lidia hemos diseñado una plantilla sencilla de cumplimentar en la que se recogen exclusivamente las acciones agresivas. Esta plantilla está dividida en tres partes:

- La parte principal hace referencia a las acciones agresivas desarrolladas por el toro en cada momento específico de la lidia (salida y recibo de capote, tercio de varas, tercio de banderillas y muleta). En cada una de estas partes están especificadas las acciones indicadoras de agresividad en el toro de lidia. La nota asignada en cada uno de estos apartados está comprendida entre uno y cinco, siendo uno, la nota parcial del animal que no presenta ninguna de las acciones agresivas y cinco, la nota parcial del animal que ha desarrollado las cuatro acciones agresivas especificadas en cada apartado. De esta manera, por cada acción agresiva desarrollada por el toro, se sumaría un punto a la nota parcial. Se realiza la media de las cuatro notas parciales, correspondientes a las cuatro partes de la lidia y esto nos da una nota preliminar.

- La segunda parte hace referencia a la 'impresión general' que deja el toro en el espectador y sirve para modular la nota preliminar obtenida en la primera parte. Por cada uno de los puntos de este apartado presentados por el toro, se suma 0,25 puntos a la nota anterior, siendo la nota máxima a añadir de un punto. En cualquier caso, este apartado nos ayudaría a clasificar más exactamente la agresividad del toro, por lo que en los casos de toros claramente agresivos la nota máxima final nunca superaría el valor cinco, y por lo tanto no sería necesaria la matización de este segundo apartado.
- La tercera parte recoge las observaciones significativas para el proceso de asignación de una nota de agresividad a cada animal. Las acciones agresivas descritas en los dos apartados anteriores, combinadas y en determinados momentos de aparición en la lidia, nos indican si la agresividad es innata o, por el contrario, ha sido adquirida. En este último caso, hemos diferenciado los actos llevados a cabo por los lidiadores que pudieran provocar esa respuesta agresiva adquirida, como pueda ser estrellar los toros contra los burladeros, mala aplicación de la suerte de varas y banderillas o incluso someter a un toro falto de fuerza a la provocación de los estímulos; en definitiva, todas las acciones emprendidas por los toros al acometer y que no consuman el acto por impedimento físico o una lidia inadecuada que pueden llegar a frustrar la acción de los toros, aumentando así la agresividad (Peláez del Hierro, 1997).

El método observacional directo descrito ha sido aplicado rigurosamente, empleándose tres observadores para valorar los actos de comportamiento agresivo de los toros durante su lidia, minimizando así el error intra-observador (dada la complicación de asignar un valor objetivo a un comportamiento) (figura 25).

Además, estas observaciones *in situ* se complementaron con la reevaluación a través de vídeo, ya que disponemos de las grabaciones

correspondientes a la mayoría de las corridas en las que se recogieron muestras.

<b>Fecha:</b>	<b>Plaza:</b>		
<b>Número:</b>	<b>Ganadería:</b>	<b>Encaste:</b>	
<b>Edad:</b>	<b>Nombre:</b>		
	<b>ACCIONES AGRESIVAS</b>		<b>NOTA PARCIAL</b>
<b>SALIDA</b>	Duda en la embestida		(1-5)
	Repite la embestida con codicia		
	Recorta la embestida		
	Derrota en los engaños		
<b>TERCIO DE VARAS</b>	Se arranca con codicia		(1-5)
	Cabecea queriéndose quitar la vara		
	Busca más y nuevos lugares para derrotar		
	No sale suelto		
<b>BANDERILLAS</b>	Recorta la trayectoria del banderillero		(1-5)
	Echa la cara arriba		
	Persigue al banderilleo		
	Se duele		
<b>MULETA</b>	Repite con codicia		(1-5)
	Duda en la embestida		
	Recorta la embestida		
	Embiste derrotando en los engaños		

			NOTA MEDIA
<b>IMPRESIÓN GENERAL</b>	Movilidad		(0-1)
	Descubre el engaño		
	Transmisión de peligro		
	Cocea, escarba, vocaliza durante la lidia		
<b>OBSERVACIONES</b>	Fuerza:		<b>NOTA FINAL</b>
	Lidia:		
	Otros:		

**Figura 26.** Tabla de medida del comportamiento agresivo durante la lidia de los toros.

La nota de comportamiento agresivo correspondiente al grupo de toros, se asignó durante la lidia de los mismos y la muestra de sangre se recogió inmediatamente después de su lidia.

En el caso de los becerros la asignación de la nota de comportamiento y la recogida de muestras está separada en el tiempo (Figura 26), ya que la muestra de sangre se recogió en todos los casos durante el herradero, a los 6-8 meses de edad, y la nota se asignó en el momento de la lidia entre 4 y 5 años después.

## 5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa Graph Pad Prism versión 4.00, 2003 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA).

Para estudiar si había diferencias entre los distintos grupos (toros, becerros y controles) respecto a las variables estudiadas (concentraciones séricas de serotonina, dopamina y testosterona, se utilizó el ensayo “t-test”. Se determinó que las distribuciones de valores diferían significativamente entre dos grupos cuando  $p < 0,05$ . También se utilizó este ensayo para comparar las variables citadas en los diferentes encastes.

Los parámetros fisiológicos estudiados se correlacionaron con la nota de comportamiento agresivo asignada al animal después de su lidia. Para esto se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, prueba paramétrica, en el caso del grupo de los toros. En el caso del grupo de becerros se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman, prueba no paramétrica.

Se utilizó el análisis de curvas ROC (Receiver Operating Characteristic) para determinar si la dopamina, serotonina y la testosterona eran posibles parámetros indicadores del comportamiento desarrollado durante la lidia. Este tipo de análisis permite también elegir puntos de corte que faciliten la toma de decisiones a la hora de clasificar el comportamiento de un animal en base a la concentración de una determinada variable fisiológica.

Para la comparación de las poblaciones de notas de comportamiento agresivo esperadas y observadas se realizó el test estadístico de chi-cuadrado

( $\chi^2$ ). Se determinó que las poblaciones de valores diferían entre los dos grupos cuando  $p < 0,05$ .



ACRÓNIMOS

RESUMEN

SUMMARY

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

MATERIAL Y MÉTODOS

**RESULTADOS**

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



# 1 DISTRIBUCIÓN DE LAS NOTAS DE COMPORTAMIENTO AGRESIVO EN LA POBLACIÓN DE TOROS

## 1. A Distribución de notas de comportamiento agresivo en la población total de toros

Tras la aplicación del método observacional directo se obtuvo una nota de comportamiento agresivo para cada animal estudiado durante la lidia. Los porcentajes correspondientes a cada nota se encuentran detallados en la tabla 2, siendo la nota más frecuente 3 o 4 y las notas menos frecuentes 2,5, 4,5 y 5.

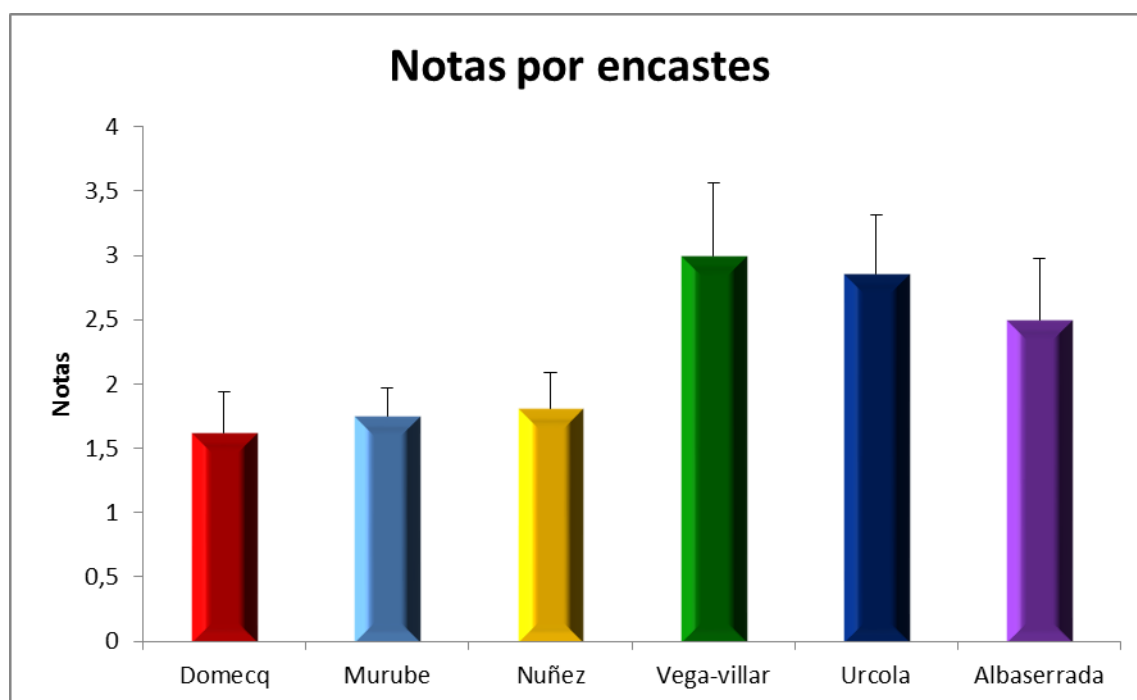
Asimismo, la media de las notas observadas fue 2,55.

Nota	%
1	5,96
1,5	5,96
2	17,89
2,5	3,15
3	25,61
3,5	11,22
4	26,31
4,5	3,15
5	0,35

**Tabla 2.** Distribución de notas de agresividad de la población total estudiada durante la lidia

## 1. B Distribución de notas de comportamiento agresivo en los diferentes encastes estudiados.

Analizamos la distribución de notas de comportamiento agresivo por encastes. Los encastes que presentaron las medias de las notas de comportamiento agresivo más bajas fueron (Figura 27) Domecq (1,62), Murube (1,75) y Núñez (1,81). Por otra parte, los encastes con notas de comportamiento agresivo más altas fueron Vega-Villar (3,00), Urcola (2,86) y Albaserrada (2,75). En la tabla 3 se detallan las diferencias con significación estadística que existen entre los diferentes encastes estudiados.



**Figura 27.** Distribución de notas de comportamiento agresivo por encastes.

Encastes	DQ	NU	AL	MU	UR	VV
DQ		0,495	***	0,530	***	***
NU			**	0,792	**	*
AL				***	0,725	0,484
MU					***	***
UR						0,683
VV						

**Tabla 3.** Significación estadística según los encastes. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

## **2 CONCENTRACIONES INDIVIDUALES DE SEROTONINA, DOPAMINA Y TESTOSTERONA EN LA POBLACIÓN DE BECERROS Y DE TOROS**

En las siguientes tablas 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 se encuentran reflejados los valores individuales de las muestras obtenidas en los becerros (herradero) (n = 284) y en los toros (plaza de toros) (n = 130) de serotonina, dopamina y testosterona.



**Tabla 4.** Niveles de Serotonina, Dopamina y Testosterona medidos en ng/ml.

Serotonina Becerros	Dopamina becerros	Testosterona Becerros	Serotonina toros	Dopamina Toros	Testosterona Toros
2148,30	1,29	14,40	1806,86	1,41	24,38
2121,78	1,29	5,33			
2099,07	0,14	18,61	1820,81	0,16	29,45
2073,15	0,14	4,89			
1912,32	1,48	12,30			
1888,71	1,32	6,12			
1868,49	0,15	4,72	1690,65	0,16	20,11
1845,43	0,15	2,62	1662,64	0,16	6,46
1740,93	1,28	7,37	1599,19	1,40	21,68
1719,43	1,28	31,10			
1701,03	1,07	1,79			
1680,03	0,13	18,36			
1549,69	1,45	7,31			
1530,56	1,31	11,48			
1514,18	0,13	13,33	1496,34	0,14	17,90
1495,48	0,13	6,05			
1471,54	1,45	2,75			
1453,37	1,44	4,17	1256,79	1,58	24,89
1437,82	0,30	7,11	1287,83	0,33	23,56
1420,06	0,29	12,11			
1340,65	1,84	4,17			
1324,09	0,78	4,99			
1309,92	1,68	3,57	1249,67	1,12	31,45
1309,90	1,60	3,13			
1293,75	1,63	7,40			
1293,73	1,48	7,16	1166,95	1,62	18,98
1279,88	0,30	10,56			
1264,08	0,30	10,24			
1193,38	1,76	10,16			





**Tabla 5.** Niveles de Serotonina, Dopamina y Testosterona medidos en ng/ml.

Serotonina Becerros	Dopamina becerros	Testosterona Becerros	Serotonina toros	Dopamina Toros	Testosterona Toros
1192,50	1,41	6,67	1131,09	1,55	18,29
1178,65	1,92	6,20	1132,38	1,46	18,87
1177,78	1,41	6,67			
1166,03	4,80	8,15	1160,34	1,24	23,26
1165,17	1,91	4,92			
1151,64	1,74	9,15			
1150,78	0,26	3,68			
1127,54	1,14	4,06	966,16	1,79	16,44
1113,62	1,32	18,42			
1101,70	1,39	7,14	973,62	1,18	14,45
1088,10	1,91	3,99			
1086,42	1,30	4,58			
1073,01	0,99	6,14	1079,38	1,08	29,64
1061,52	0,13	15,16			
1061,51	1,61	11,82			
1048,42	1,10	10,20	1087,71	4,48	16,84
1048,40	1,45	10,85			
1037,18	0,27	2,48			
1024,37	0,27	5,87	1040,80	0,29	15,33
1003,69	1,32	11,30			
991,30	1,23	8,57	882,23	1,90	16,78
980,68	1,13	12,53			
968,58	1,06	4,60	889,04	1,61	34,67
967,08	1,57	10,17			
962,59	1,00	12,60			
955,15	1,38	12,36	1002,23	1,87	10,83
950,70	1,90	15,28	846,17	1,73	19,43
944,92	1,54	11,68			
940,53	1,36	4,06			
933,25	1,20	4,76	1009,96	1,59	16,98





**Tabla 6.** Niveles de Serotonina, Dopamina y Testosterona medidos en ng/ml.

Serotonina Becerros	Dopamina becerros	Testosterona Becerros	Serotonina toros	Dopamina Toros	Testosterona Toros
928,92	1,75	3,79	852,70	1,47	14,78
913,73	1,33	1,84			
902,45	1,26	4,86			
892,79	1,49	10,97			
891,40	1,13	2,08	779,11	1,69	12,34
881,77	1,32	8,25	847,44	1,67	10,44
880,40	1,04	5,04	766,19	1,79	15,67
870,97	1,02	6,16	785,12	1,68	24,49
860,22	1,89	4,16			
856,85	1,34	5,64	798,93	1,22	46,01
846,27	1,12	5,88	785,69	9,96	12,43
837,21	1,04	4,73			
826,88	2,94	4,27			
813,36	2,51	4,65			
803,32	1,50	6,45			
794,72	2,43	5,82			
793,48	1,41	3,93	723,41	1,83	46,42
784,91	1,25	5,71	786,86	1,83	21,06
783,69	1,24	6,09			
780,06	2,73	11,82			
775,30	1,15	13,42			
770,43	8,02	8,07			
765,73	2,06	10,82	716,92	2,71	20,43
762,18	2,05	8,62	767,42	2,16	33,00
752,77	2,87	7,65	754,70	2,50	27,89
722,37	3,31	8,71	689,56	3,34	22,88
713,45	1,46	5,18	678,13	1,60	28,00
705,81	1,05	6,34	694,88	1,62	24,33
697,10	6,31	14,07			
694,37	1,16	6,08			





**Tabla 7.** Niveles de Serotonina, Dopamina y Testosterona medidos en ng/ml.

Serotonina Becerros	Dopamina becerros	Testosterona Becerros	Serotonina toros	Dopamina Toros	Testosterona Toros
685,80	7,37	5,90	695,38	7,05	22,11
678,46	7,12	9,11	712,56	7,78	32,05
670,08	2,03	11,37			
654,65	4,75	8,00			
646,56	4,59	12,52	565,66	5,94	12,82
643,02	4,32	4,75	640,27	4,35	22,34
639,64	5,98	9,24			
635,08	1,24	4,56			
631,74	3,44	9,74			
628,28	2,33	6,82	645,21	2,91	45,43
620,52	6,32	21,63	634,52	6,35	26,24
599,40	11,45	5,55			
592,00	11,32	14,21			
585,66	7,85	8,62			
582,74	15,16	6,02	534,08	16,56	21,96
578,43	10,17	17,58			
575,54	14,94	11,53	525,23	16,32	32,71
573,55	12,58	9,34			
569,38	13,93	17,95	538,20	15,22	13,62
566,47	12,44	8,32			
562,35	13,76	23,34			
560,40	24,77	6,78	488,37	27,05	20,81
558,14	16,84	18,58	444,65	18,39	40,83
553,48	11,29	9,30			
545,35	15,68	12,34			
538,62	15,50	18,85			
534,88	14,81	7,89	460,34	16,17	40,46
533,56	16,54	10,38			
530,51	13,25	12,17	509,08	14,47	25,61
528,28	14,64	16,21			





**Tabla 8.** Niveles de Serotonina, Dopamina y Testosterona medidos en ng/ml.

Serotonina Becerros	Dopamina becerros	Testosterona Becerros	Serotonina toros	Dopamina Toros	Testosterona Toros
526,97	11,59	5,67			
522,62	6,98	6,34	463,90	7,62	15,61
521,33	10,54	5,20	515,72	11,52	20,12
518,35	5,30	7,15			
516,17	13,49	8,56			
514,89	10,42	5,19			
511,95	11,90	7,34	504,51	13,00	30,04
510,55	11,72	7,48			
507,03	17,20	10,23	413,12	18,79	11,07
504,24	12,74	5,21			
500,77	17,01	12,77	406,27	18,58	15,37
498,84	11,71	9,89			
497,20	18,16	14,39	443,70	19,83	21,00
496,84	22,00	2,53			
495,41	16,05	10,28	416,31	17,53	27,40
492,69	11,56	9,56			
491,06	17,95	12,20			
489,29	15,86	11,88	409,41	17,32	23,41
485,81	18,90	11,54	447,13	20,65	22,24
485,74	23,09	12,14			
485,45	16,06	23,23			
479,81	16,80	15,34			
479,74	10,16	14,71	479,74	11,10	18,71
479,45	15,87	13,40			
476,13	7,31	7,23	427,44	7,98	21,08
474,60	6,95	8,06			
472,23	13,57	9,02	472,69	14,82	13,81
470,25	15,00	4,23			
468,74	9,01	3,98	483,44	9,84	23,22
465,21	13,99	5,76	430,74	15,28	27,77





**Tabla 9.** Niveles de Serotonina, Dopamina y Testosterona medidos en ng/ml.

Serotonina Becerros	Dopamina becerros	Testosterona Becerros	Serotonina toros	Dopamina Toros	Testosterona Toros
464,79	10,27	25,28			
461,41	12,34	2,75			
459,47	13,82	3,49			
459,05	11,16	7,34	421,82	12,19	44,78
455,71	12,19	13,75	468,45	13,32	21,62
454,13	21,94	8,98			
452,31	15,05	6,54			
451,34	1,33	5,96	383,59	1,45	17,47
448,53	10,00	7,68			
446,72	14,88	5,14	387,02	16,25	10,52
445,76	17,42	24,94	377,23	19,02	29,73
442,59	21,88	12,34			
441,94	4,15	6,89			
440,99	16,43	11,96			
437,12	18,39	7,45	405,16	20,08	15,32
436,48	13,73	25,47			
435,55	16,24	12,11	380,14	17,74	37,77
433,45	6,45	3,42			
432,44	17,42	4,23	415,17	19,03	12,91
432,38	13,65	11,79			
428,10	13,10	9,22	400,68	14,31	25,83
427,10	11,21	10,15			
427,04	10,21	5,18	445,45	10,97	16,92
423,52	6,18	6,87	410,58	6,75	17,82
422,47	9,34	6,73			
418,29	11,95	12,34			
417,25	9,23	6,13	448,89	10,08	17,25
413,73	10,52	23,77	398,27	11,49	10,2
410,88	15,37	13,06			
408,62	23,38	9,74			





**Tabla 10.** Niveles de Serotonina, Dopamina y Testosterona medidos en ng/ml.

Serotonina Becerros	Dopamina becerros	Testosterona Becerros	Serotonina toros	Dopamina Toros	Testosterona Toros
405,81	15,20	10,98			
404,25	10,37	12,48			
402,92	19,06	11,34	392,71	20,82	20,82
402,62	19,63	8,39			
401,47	8,26	12,96			
399,26	10,25	14,56	394,69	11,19	15,57
397,94	17,33	26,81	386,20	18,93	19,56
397,65	15,24	8,15			
396,51	14,05	6,66			
393,68	16,75	17,06	395,74	18,29	24,9
393,39	14,23	22,97	368,23	15,54	38,13
388,82	14,89	7,89			
388,54	14,06	5,70			
385,84	8,61	8,12	378,31	7,22	23,91
381,08	11,43	10,30			
377,00	12,39	15,56	381,23	13,53	24,78
373,17	20,05	16,60			
372,34	12,24	8,24	374,91	13,37	21,21
368,56	19,83	7,89			
365,75	21,31	12,29	339,50	21,43	29,67
364,61	10,29	14,14			
361,23	15,56	11,09	333,87	17,00	15,12
360,11	18,68	14,07			
358,66	19,52	7,88	364,64	21,32	13,43
357,37	14,56	8,40			
356,65	19,87	6,67	269,70	21,70	48,56
354,23	18,12	11,67			
352,95	14,39	5,34	336,45	15,71	34,87
352,25	19,64	8,99			
350,44	15,43	7,45	367,45	16,86	14,36





**Tabla 11.** Niveles de Serotonina, Dopamina y Testosterona medidos en ng/ml.

Serotonina Becerros	Dopamina becerros	Testosterona Becerros	Serotonina toros	Dopamina Toros	Testosterona Toros
349,17	21,36	7,73			
348,48	13,66	11,22	271,78	14,92	24,51
346,11	15,24	9,00			
344,86	21,12	8,96	253,47	23,07	23,56
344,18	18,49	7,21			
341,17	11,43	9,56	259,73	12,49	22,22
336,95	19,97	11,84			
332,17	12,88	5,25			
328,07	20,30	19,87	285,19	22,18	26,86
324,56	19,36	7,34			
320,55	19,13	7,80			
317,48	15,11	9,72	250,42	16,50	28,885
313,56	20,11	13,95			
310,81	20,54	8,31			
310,20	19,17	10,30			
306,98	21,63	18,72	235,36	23,63	13,721
306,37	18,94	11,91			
303,69	20,70	8,39	241,17	22,61	24,649
302,40	11,28	7,56			
299,94	20,45	9,12	237,17	22,34	21,231
298,67	17,70	11,24			
295,47	29,12	11,34	278,56	29,96	28,413
291,82	16,55	17,58			
289,02	13,20	9,21	238,70	14,42	20,09
285,46	17,53	13,22			
282,96	17,90	6,34	228,12	19,55	36,933
282,40	12,10	7,56			
279,46	18,23	5,98	224,34	19,91	17,626
278,91	16,38	9,54			
276,47	10,13	6,72	229,88	11,06	20,743





**Tabla 12.** Niveles de Serotonina, Dopamina y Testosterona medidos en ng/ml.

Serotonina Becerros	Dopamina becerros	Testosterona Becerros	Serotonina toros	Dopamina Toros	Testosterona Toros
273,06	17,69	8,19	226,07	19,33	32,409
269,19	11,55	7,14			
265,86	10,41	9,29			
263,02	17,15	12,45	258,65	18,73	56,321
259,77	16,94	15,37	254,36	18,51	15,737
257,28	13,52	7,74	221,64	14,77	22,774
254,10	13,42	14,57	217,97	14,66	30,365
251,87	18,33	8,57	211,82	20,02	23,643
251,38	16,98	11,71	223,35	18,55	23,420
248,77	11,42	10,42	208,31	12,48	20,840
248,28	16,78	10,42	219,65	18,33	20,840
246,10	18,34	12,04	213,45	20,03	24,080
243,06	18,12	12,50			
239,99	21,49	13,90	211,61	23,47	27,800
237,02	21,24	13,43			
234,49	20,34	11,58			
231,59	20,09	6,63	209,71	21,95	13,260
213,63	25,98	13,31	196,48	26,53	26,625
210,99	21,75	12,04			
208,73	20,83	8,10			
206,15	20,58	7,13			
194,48	19,17	8,77			
192,08	18,95	10,21	184,18	20,70	20,420
190,02	14,22	10,78	188,73	15,53	21,560
187,68	17,80	9,59			
178,21	25,92	9,79			
176,01	25,62	12,90	162,30	27,99	25,800
174,13	18,72	12,48			
173,12	25,43	6,55	173,90	25,93	13,100
171,98	24,47	5,13			





**Tabla 13.** Niveles de Serotonina, Dopamina y Testosterona medidos en ng/ml.

Serotonina Becerros	Dopamina becerros	Testosterona Becerros	Serotonina toros	Dopamina Toros	Testosterona Toros
170,98	19,41	7,00	171,02	21,20	14,000
169,15	18,45	9,86			
167,06	18,23	10,75	172,34	19,91	21,500
158,63	29,22	12,91			
156,68	26,24	11,05	150,70	28,66	14,106
155,00	25,36	14,36			
153,09	25,06	16,22	151,86	27,37	34,795
144,42	28,10	16,68			
142,63	22,83	12,91	143,64	24,94	25,820
141,11	16,58	12,48			
139,36	21,68	13,11	144,75	23,68	26,220
128,55	28,30	11,24			
126,97	17,95	6,45	133,38	19,61	12,900
125,61	22,47	8,54			
124,06	22,20	11,02	134,41	24,25	25,67



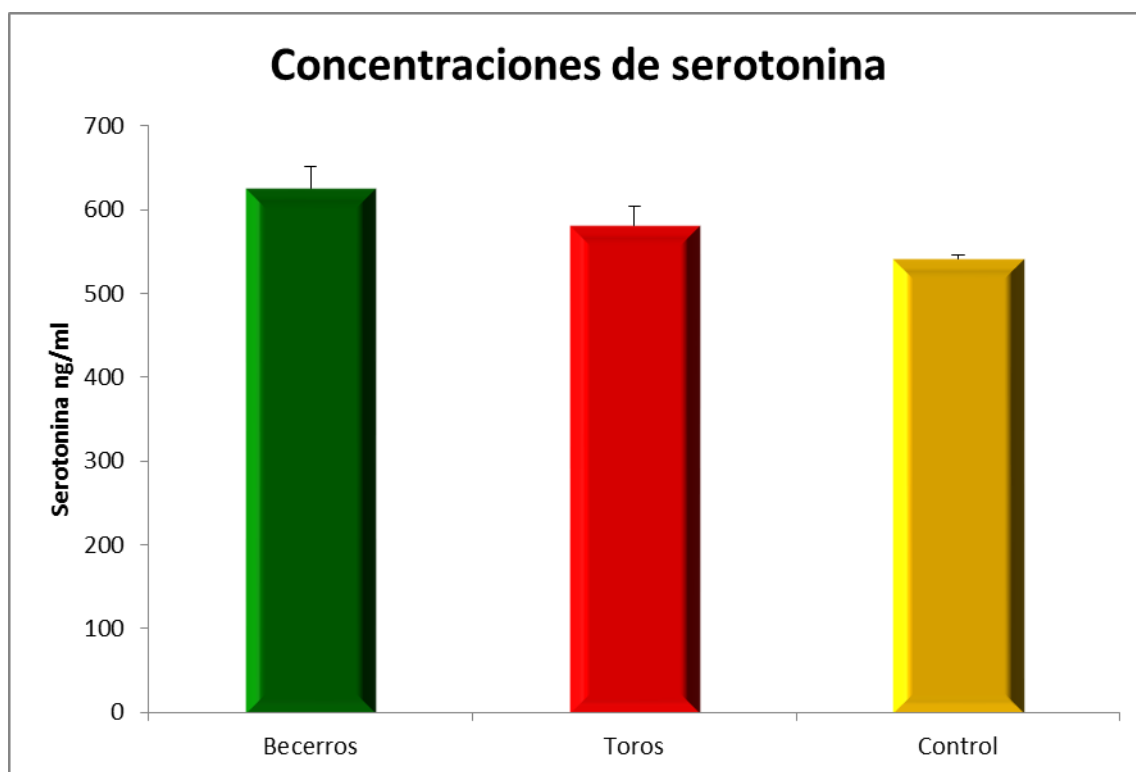
## 3 CONCENTRACIÓN DE SEROTONINA

### 3. A Concentración de serotonina en suero.

Se determinó la concentración de serotonina en suero de los animales de los diferentes grupos estudiados. No encontramos diferencias entre ninguno de los grupos, aunque los controles presentaron una concentración de serotonina en suero ligeramente menor ( $541,10 \pm 4,90$  ng/ml) y similar a la observada en el grupo de becerros ( $625,62 \pm 25,28$  ng/ml). Los toros lidiados mostraron una concentración de serotonina en suero mayor, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas (Tabla 14, Figura 28). Esto indicaría que la concentración de serotonina es constante a lo largo de la vida del animal, puesto que no existen diferencias entre los valores medios de serotonina a los 6-8 meses de edad y a los 3-4 años de edad.

Grupo	n	Serotonina (ng/ml)	p
Toros	130	$580,84 \pm 23,36$	T vs. C
			0,22
			T vs. R
			0,15
			T vs. B
			0,08
Becerras	284	$625,62 \pm 25,28$	B vs. C
			0,97
Controles	6	$541,10 \pm 4,90$	

**Tabla 14.** Concentración de serotonina en suero de los diferentes grupos estudiados.



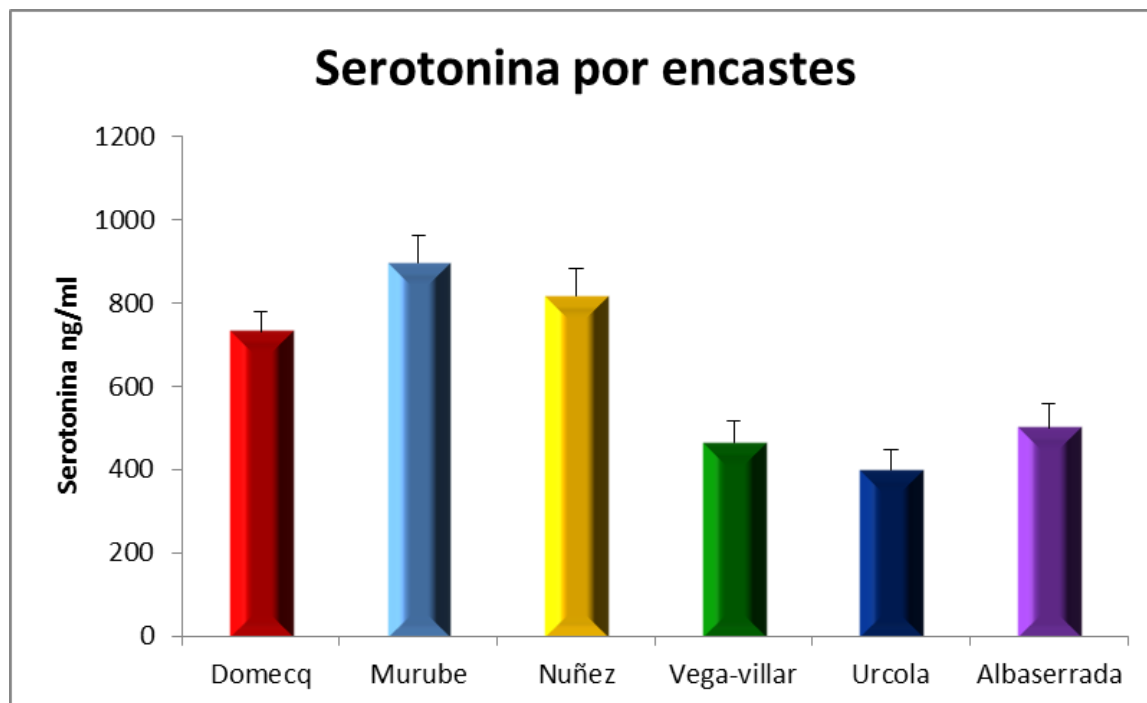
**Figura 28.** Concentración media de serotonina en suero de los diferentes grupos estudiados.

### **3. B Concentración de serotonina en suero de los distintos encastes.**

El estudio de la concentración de serotonina en suero de los animales pertenecientes a los distintos encastes puso de manifiesto diferencias en estos valores. Los valores de serotonina menores se encontraron en los animales pertenecientes a los encastes de Urcola, Vega-villar y Albaserrada ( $398,82 \pm 49,54$ ;  $464,36 \pm 51,99$ ;  $501,32 \pm 58,54$  ng/ml, respectivamente). Los encastes con mayor concentración de serotonina sérica fueron Murube, Núñez y Domecq ( $895,44 \pm 68,35$ ;  $816,32 \pm 65,48$ ;  $732,45 \pm 46,37$  ng/ml, respectivamente) (Figura 29).

En el análisis estadístico que se realizó para evaluar si existían diferencias significativas en la concentración de serotonina en suero de los animales de diferentes encastes, observamos que, efectivamente, existían numerosas diferencias. Por ejemplo, Murube, uno de los encastes con mayor

valor de serotonina en suero, presentó diferencias estadísticamente significativas con, prácticamente, todos los encastes restantes, a excepción de Núñez y Domecq, que también presentaron valores elevados de serotonina.



**Figura 29.** Concentración de serotonina en suero de los distintos encastes estudiados.

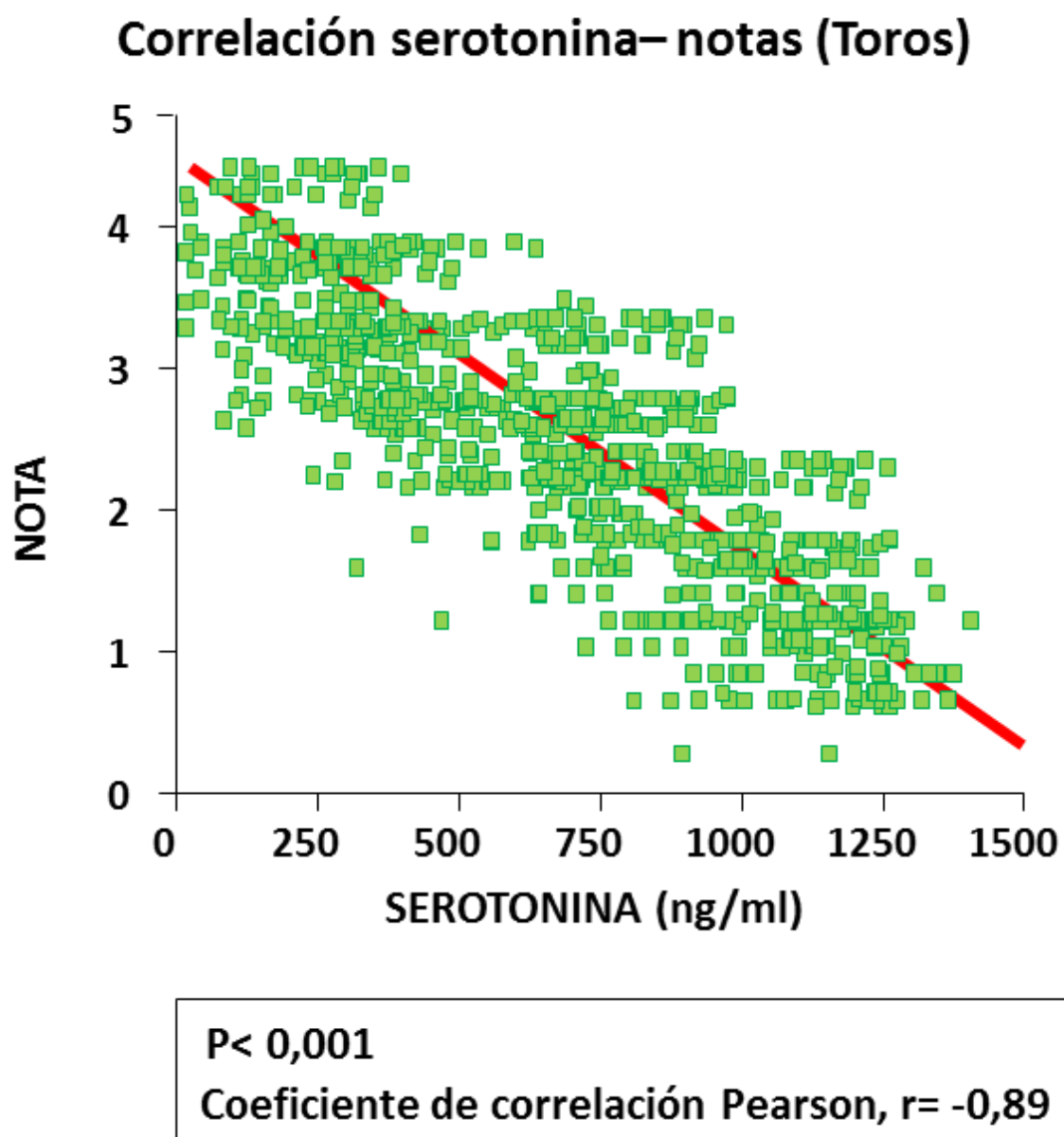
Encastes	DQ	NU	AL	MU	UR	VV
DQ		0,62	***	0,29	***	**
NU			***	0,66	***	*
AL				***	0,38	0,67
MU					***	**
UR						0,28
VV						

**Tabla 15.** Significación estadística según los encastes. . \* p< 0,05; \*\* p< 0,01; \*\*\* p< 0,001.

### 3. C Concentración de serotonina en suero y notas de comportamiento agresivo.

#### 3. C. 1 Correlación entre concentración de serotonina en suero medida en toros y notas de agresividad durante su lidia.

También se analizó la correlación entre la concentración de serotonina en suero y el comportamiento agresivo demostrado durante la lidia ordinaria en el grupo de toros (n =130). Se obtuvo una clara correlación entre ambas variables, con un coeficiente de Pearson de -0,89 (p<0,001) (Figura 30). Por lo tanto, en el grupo de toros una mayor concentración de serotonina sérica significaba una menor agresividad desarrollada durante la lidia.



**Figura 30.** Correlación entre la concentración de serotonina sérica analizada en toros y sus correspondientes notas de agresividad en su lidia ordinaria.

### **3. C. 2 Determinación del valor umbral de serotonina que permite diferenciar subgrupos de animales con diferente comportamiento.**

Dada la elevada correlación observada entre los valores de serotonina sérica y la nota de comportamiento agresivo asignada a cada toro, en un siguiente paso quisimos comprobar si la concentración de serotonina era un parámetro válido que nos permitiera separar la población estudiada en subpoblaciones de animales que manifestaran distinto grado de agresividad durante la lidia.

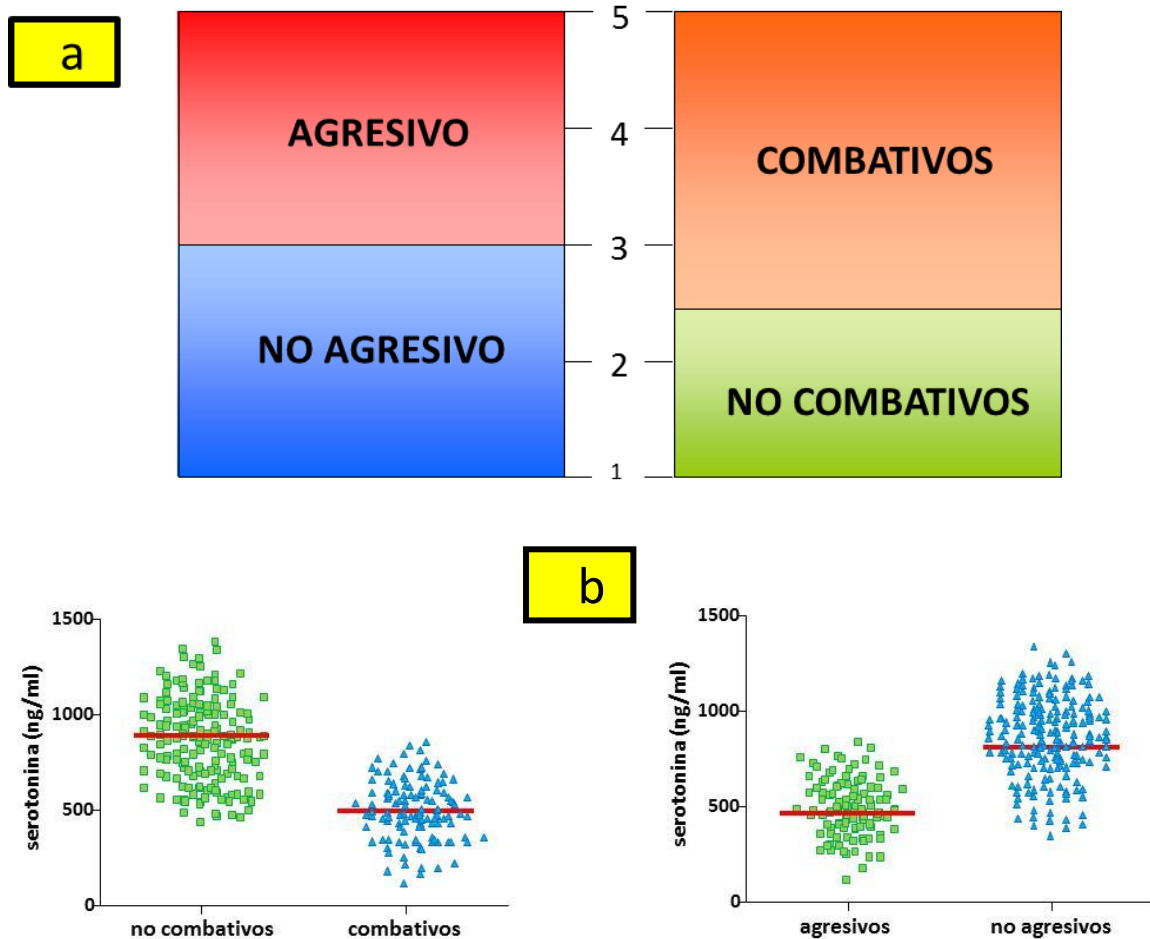
Una clasificación posible sería separar los toros en 2 grupos, según la nota respecto a su comportamiento agresivo durante su lidia, en agresivos y no agresivos (Figura 31 a):

- **Agresivos:** animales que puntuaron con notas comprendidas entre 3 (inclusive) y 5.
- **No agresivos:** animales que puntuaron con notas comprendidas entre 1 y 3.

Otra clasificación posible sería separar los toros por la falta de manifestación de comportamiento agresivo durante su lidia. En este caso los animales se separarían en combativos y no combativos (Figura 31 a):

- **No combativos:** animales con notas comprendidas entre 1 y 2,5.
- **Combativos:** animales con notas comprendidas entre 2,5 (inclusive) y 5.

Cuando se realizaron sendas clasificaciones los animales quedaron divididos según se observa en la figura 31 a y b.



**Figura 31.** a) División de los toros según su nota de comportamiento agresivo manifestado durante la lidia. b) Concentración de serotonina en suero de los toros divididos según su nota de comportamiento agresivo.

En la Figura 31.b puede observarse que en las dos clasificaciones existe una zona de solapamiento de ambas poblaciones, de manera que, para poder establecer un umbral a partir del cual podamos decir si un animal, basándonos en su concentración de serotonina en suero, desarrollará un comportamiento no combativo o agresivo, se decidió realizar el análisis estadístico denominado curvas ROC.

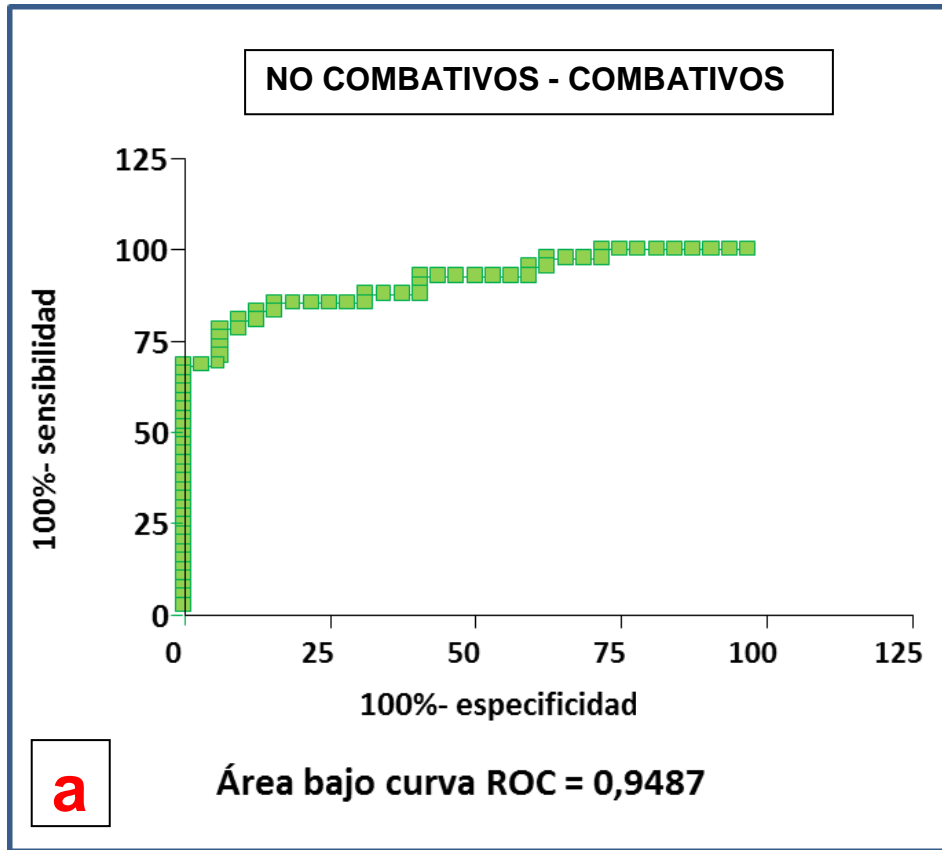
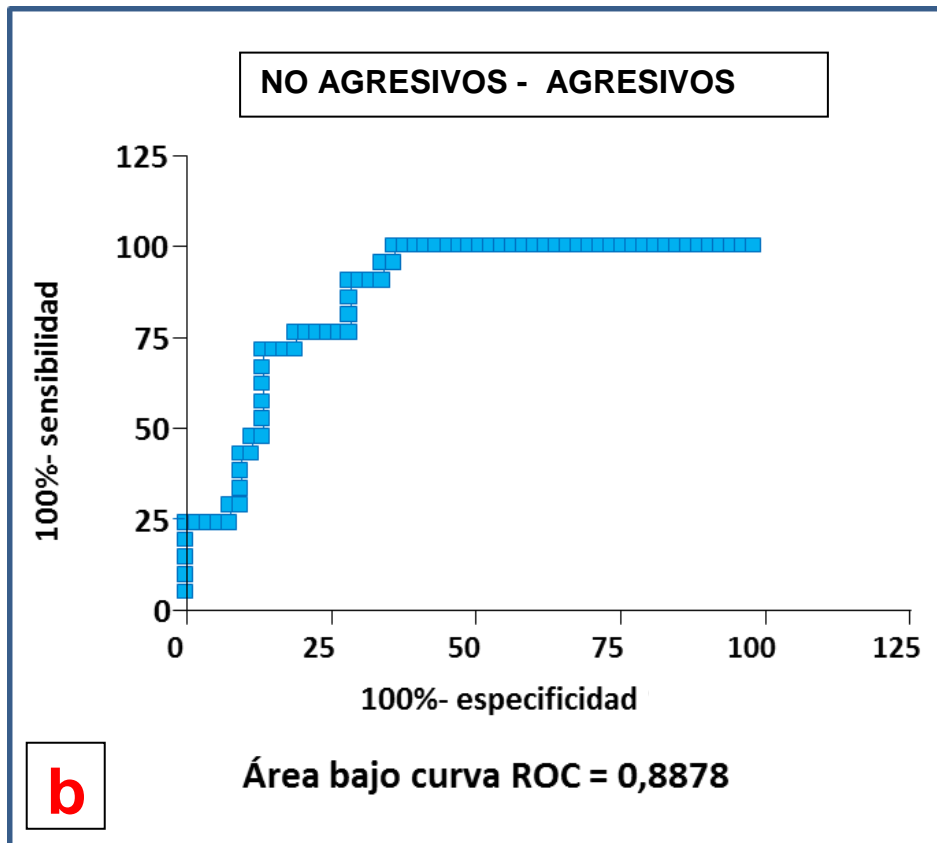


Figura 32 a y b. Curvas ROC serotonina-comportamiento agresivo.



Se realizaron dos análisis de curvas ROC, uno en la que los animales se clasificaron en no combativos y combativos, y otro en el que fueron clasificados en agresivos y no agresivos, según su nota de comportamiento durante la lidia.

Después de realizar el análisis de curvas ROC se obtuvo, en el caso en que los animales habían sido clasificados en no combativos y combativos, un área bajo la curva de 0,9487 ( $p < 0,001$ ). Cuando los animales se clasificaron en agresivos y no agresivos el área bajo la curva fue de 0,8878 ( $p < 0,001$ ) (Figura 32 a y b)

Conforme a los resultados obtenidos en las áreas bajo las curvas, se decidió utilizar la clasificación de no combativos-combativos como más adecuada y, por lo tanto, nos basamos en esta clasificación para determinar el punto de corte en el valor de serotonina que nos permitiera clasificar los animales según su comportamiento.

Elegimos como punto de corte la concentración de serotonina 708,5 ng/ml, con una especificidad del 90,63% y una sensibilidad de 80,49%. Esto significa que aquellos animales con una concentración de serotonina en suero menor de 708,5 ng/ml serían clasificados como combativos, y aquellos animales con una concentración de serotonina en suero mayor de 708,5 ng/ml serían clasificados como animales no combativos.

Este valor de especificidad significa que el 90,63% de los animales clasificados como no combativos lo son y el resto, 9,37%, serían animales combativos clasificados erróneamente como no combativos. Y el valor de sensibilidad significa que el 80,49% de los animales no combativos son detectados con este punto de corte y que el resto, 19,51%, son animales no combativos que el test no sería capaz de identificar.

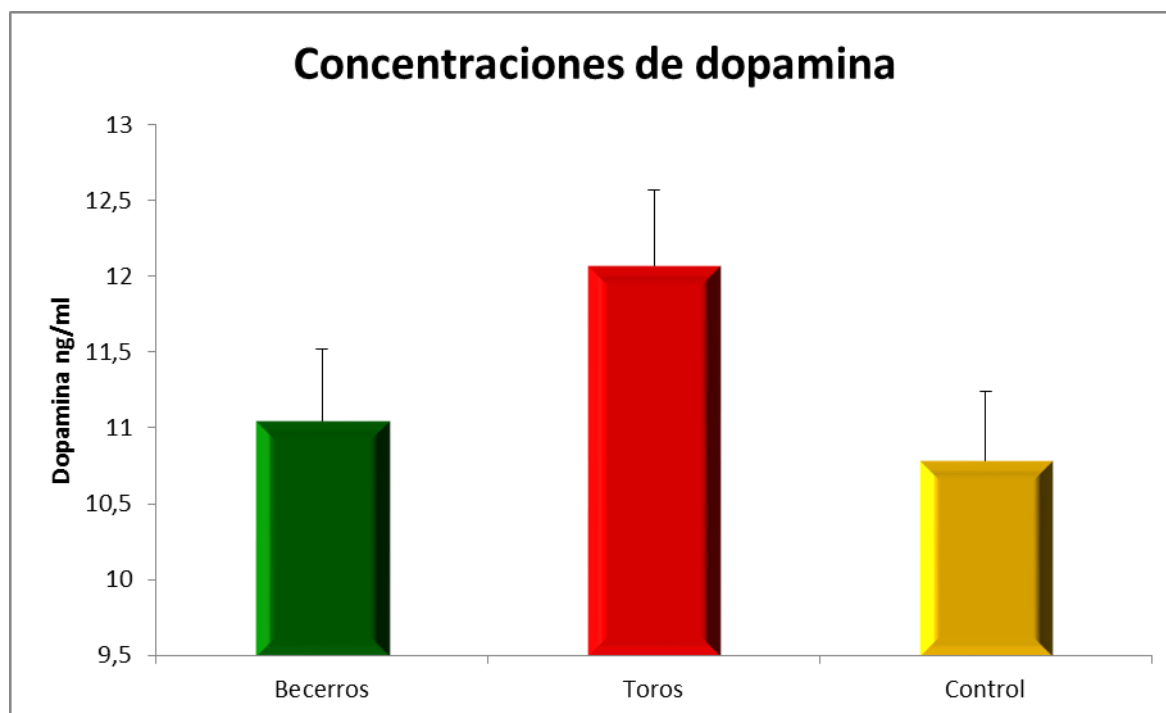
## 4 CONCENTRACIÓN DE DOPAMINA

### 4. A Concentración de dopamina en suero

Se determinó la concentración de dopamina en suero de los animales de los diferentes grupos estudiados. No encontramos diferencias entre ninguno de los grupos, aunque los controles presentaron una concentración de dopamina en suero ligeramente menor ( $541,10 \pm 4,90$  ng/ml) y similar a la observada en el grupo de becerros ( $546,70 \pm 85,60$  ng/ml). Los toros mostraron una concentración de dopamina en suero mayor, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas (Tabla 16, Figura 33). Esto indicaría que la concentración de dopamina es constante a lo largo de la vida del animal, puesto que no existen diferencias entre los valores medios de dopamina a los 6-8 meses de edad y a los 3-4 años de edad.

Grupo	n	Dopamina (ng/ml)	p
Toros	130	$12,07 \pm 0,50$	T vs. C
			0,22
			T vs. R
			0,15
			T vs. B
			0,08
Beceros	284	$11,05 \pm 0,50$	B vs. C
			0,97
Controles	6	$10,78 \pm 0,46$	

**Tabla 16.** Concentración de dopamina en suero de los diferentes grupos estudiados.



**Figura 33.** Concentración media de dopamina en suero de los diferentes grupos estudiados.

#### 4. B Concentración de dopamina en suero de los distintos encastes.

El estudio de la concentración de dopamina en suero de los animales pertenecientes a los distintos encastes, puso de manifiesto diferencias en estos valores. Los valores de dopamina menores se encontraron en los animales pertenecientes a los encastes de Urcola, Vega-villar y Albaserrada ( $21,36 \pm 4,15$ ;  $18,38 \pm 5,64$ ;  $17,96 \pm 3,05$  ng/ml, respectivamente). Los encastes con mayor concentración de dopamina sérica fueron Murube, Núñez y Domecq ( $4,34 \pm 1,22$ ;  $7,12 \pm 1,64$ ;  $6,18 \pm 1,28$  ng/ml, respectivamente) (Figura 34).

En el análisis estadístico que se realizó para evaluar si existían diferencias significativas en la concentración de dopamina en suero de los animales de diferentes encastes, observamos que, efectivamente, existían numerosas diferencias. Por ejemplo, Murube, uno de los encastes con mayor valor de dopamina en suero, presentó diferencias estadísticamente significativas en la concentración de dopamina sérica con prácticamente todos

los encastes restantes, a excepción de Núñez y Domecq, que también presentaron valores elevados de dopamina.

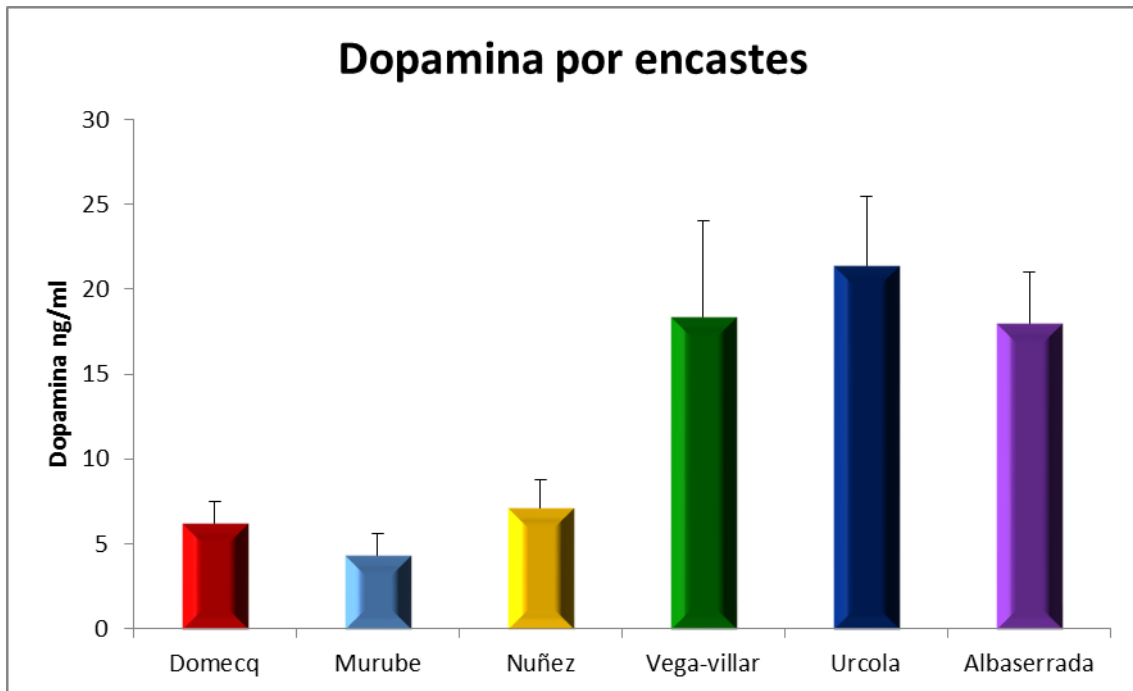


Figura. 34 Concentración de dopamina en suero de los distintos encastes estudiados.

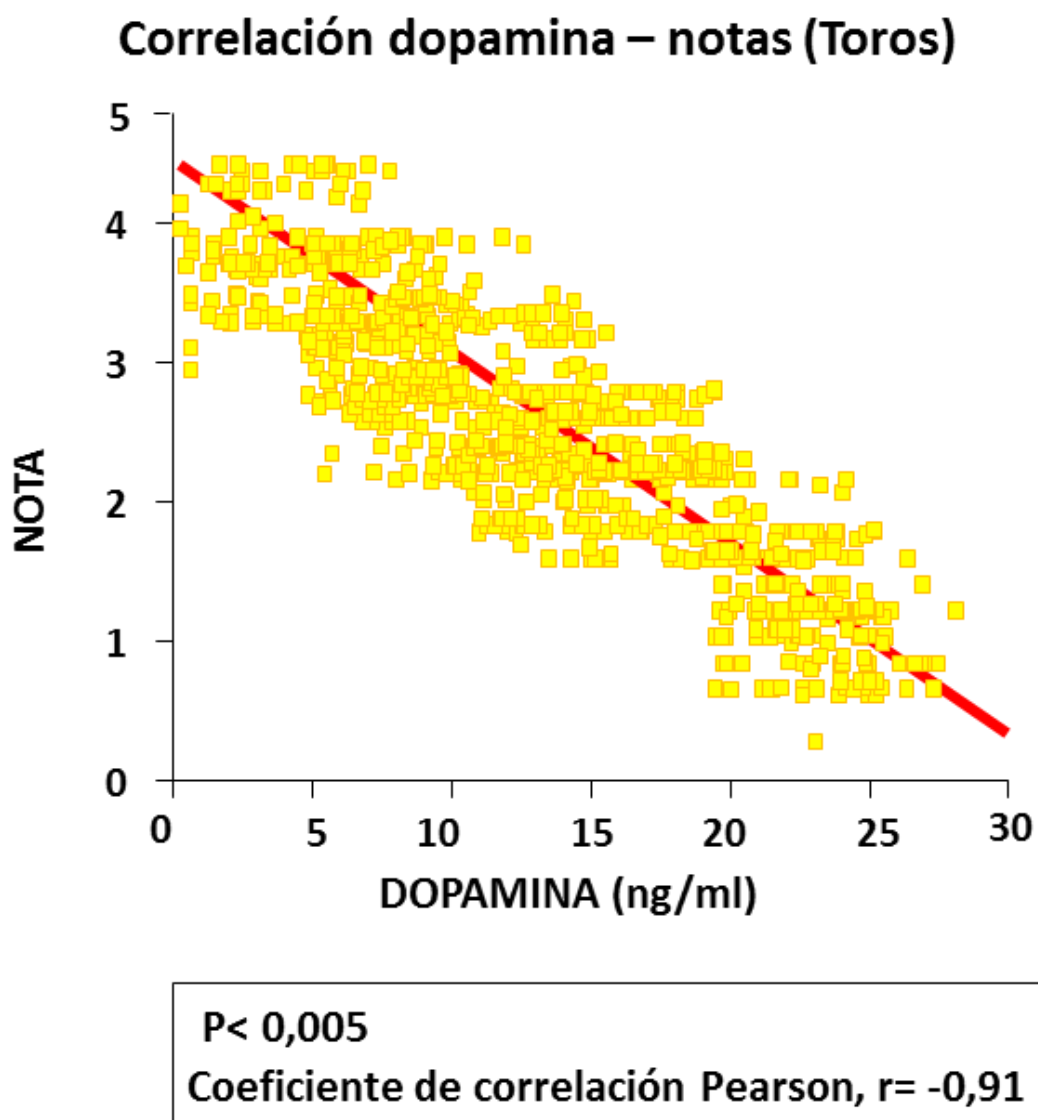
Encastes	DQ	NU	AL	MU	UR	VV
DQ		0,62	***	0,29	***	**
NU			***	0,66	***	*
AL				***	0,38	0,67
MU					***	**
UR						0,28
VV						

Tabla 17. Significación estadística según los encastes. \* p< 0,05; \*\* p< 0,01; \*\*\* p< 0,001.

## **4. C Concentración de dopamina en suero y notas de comportamiento agresivo.**

### ***4. C. 1 Correlación entre concentración de dopamina en suero medida en toros y notas de agresividad durante su lidia.***

También se analizó la correlación entre la concentración de dopamina en suero y el comportamiento agresivo demostrado durante la lidia ordinaria en el grupo de toros. Se obtuvo una clara correlación entre ambas variables, con un coeficiente de Pearson de -0,91 ( $p < 0,001$ ) (Figura 35). Por lo tanto, en el grupo de toros una mayor concentración de dopamina sérica significaba una menor agresividad desarrollada durante la lidia.



**Figura 35.** Correlación entre la concentración de dopamina sérica analizada en toros y sus correspondientes notas de agresividad en su lidia ordinaria.

#### **4. C. 2 Determinación del valor umbral de dopamina que permite diferenciar subgrupos de animales con diferente comportamiento.**

Dada la elevada correlación observada entre los valores de dopamina sérica y la nota de comportamiento agresivo asignada a cada toro, en un siguiente paso quisimos comprobar si la concentración de dopamina era un parámetro válido que nos permitiera separar la población estudiada en subpoblaciones de animales que manifestaran distinto grado de agresividad durante la lidia.

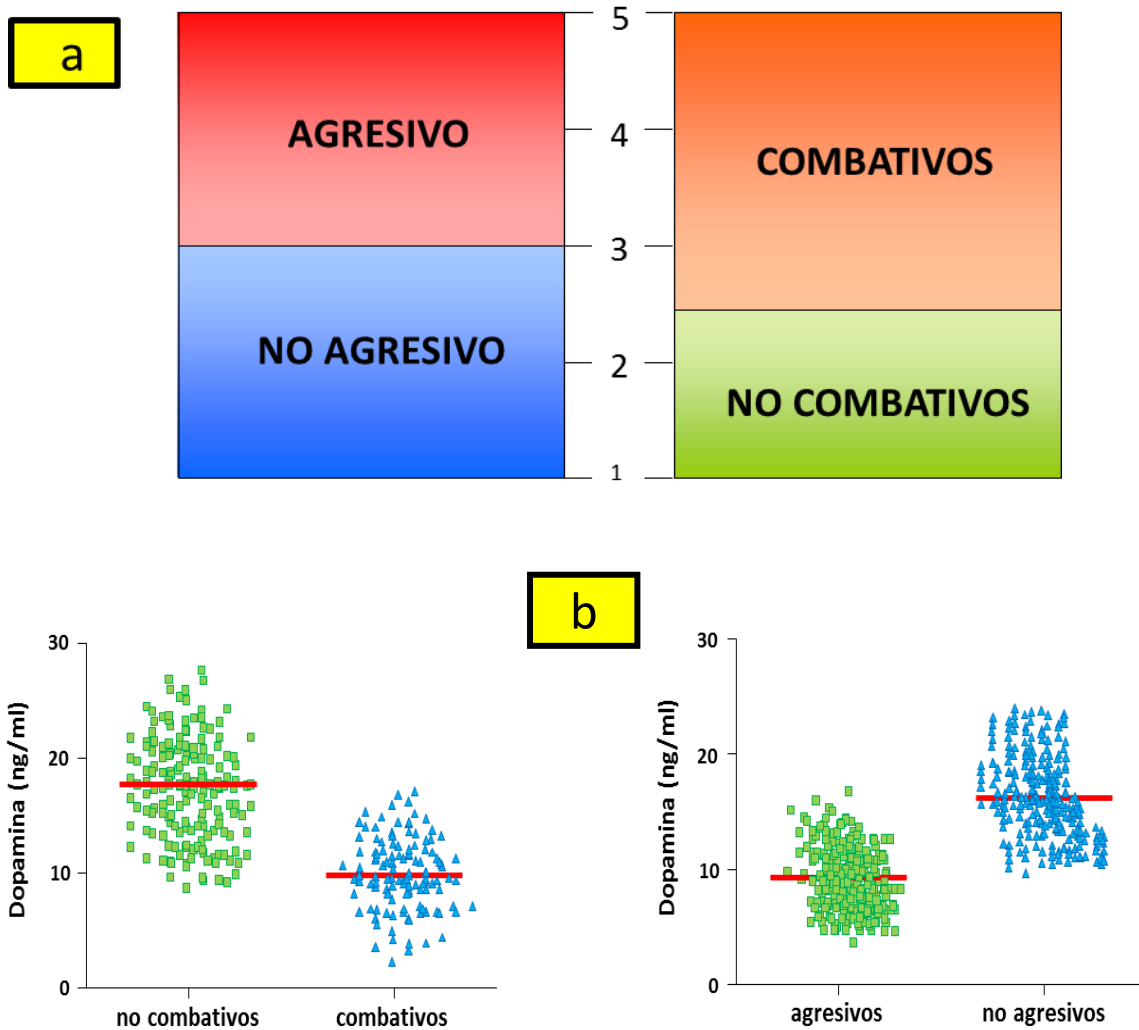
Una clasificación posible sería separar los toros en 2 grupos, según la nota respecto a su comportamiento agresivo durante su lidia, en agresivos y no agresivos (Figura 36.a y b):

- **Agresivos:** animales que puntuaron con notas comprendidas entre 3 (inclusive) y 5.
- **No agresivos:** animales que puntuaron con notas comprendidas entre 1 y 3.

Otra clasificación posible sería separar los toros por la falta de manifestación de comportamiento agresivo durante su lidia. En este caso los animales se separarían en no combativos y combativos (Figura 36.a)

- **No combativos:** animales con notas comprendidas entre 1 y 2,5.
- **Combativos:** animales con notas comprendidas entre 2,5 (inclusive) y 5.

Cuando se realizaron sendas clasificaciones los animales quedaron divididos según se observa en la figura 36 a y b.



**Figura 36.** a) División de los toros según su nota de comportamiento agresivo manifestado durante la lidia. b) Concentración de dopamina en suero de los toros divididos según su nota de comportamiento agresivo.

En la Figura 36 b puede observarse que en las dos clasificaciones existe una zona de solapamiento de ambas poblaciones, de manera que, para poder establecer un umbral a partir del cual podamos decir si un animal, basándonos en su concentración de dopamina en suero, desarrollará un comportamiento no combativo o agresivo, se decidió realizar el análisis estadístico denominado curvas ROC.

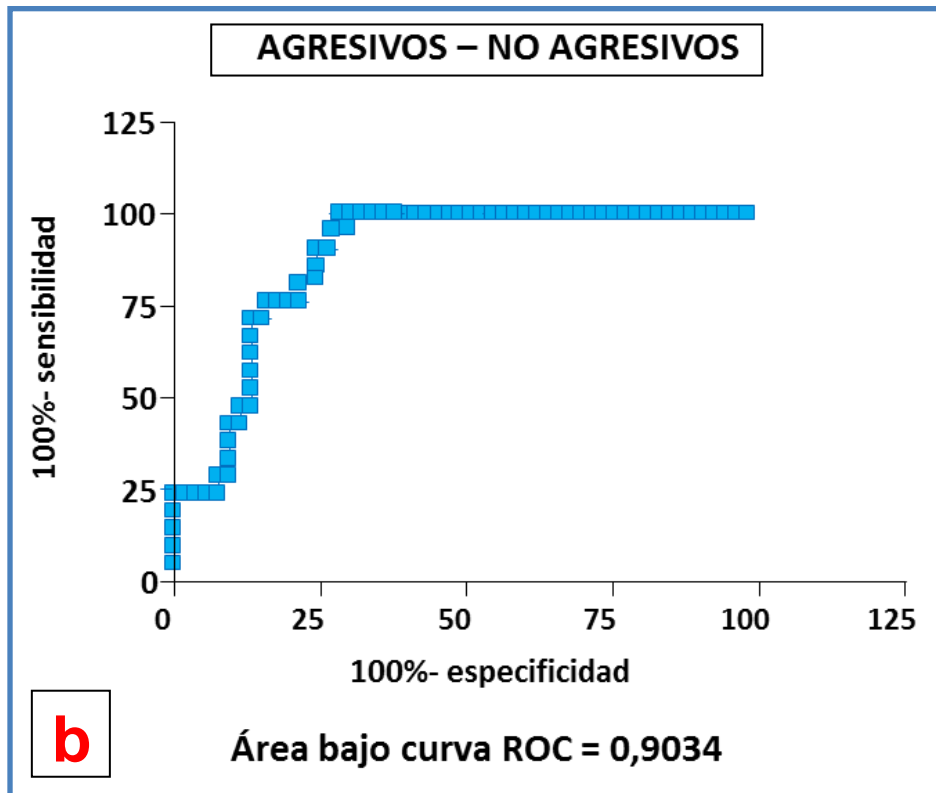
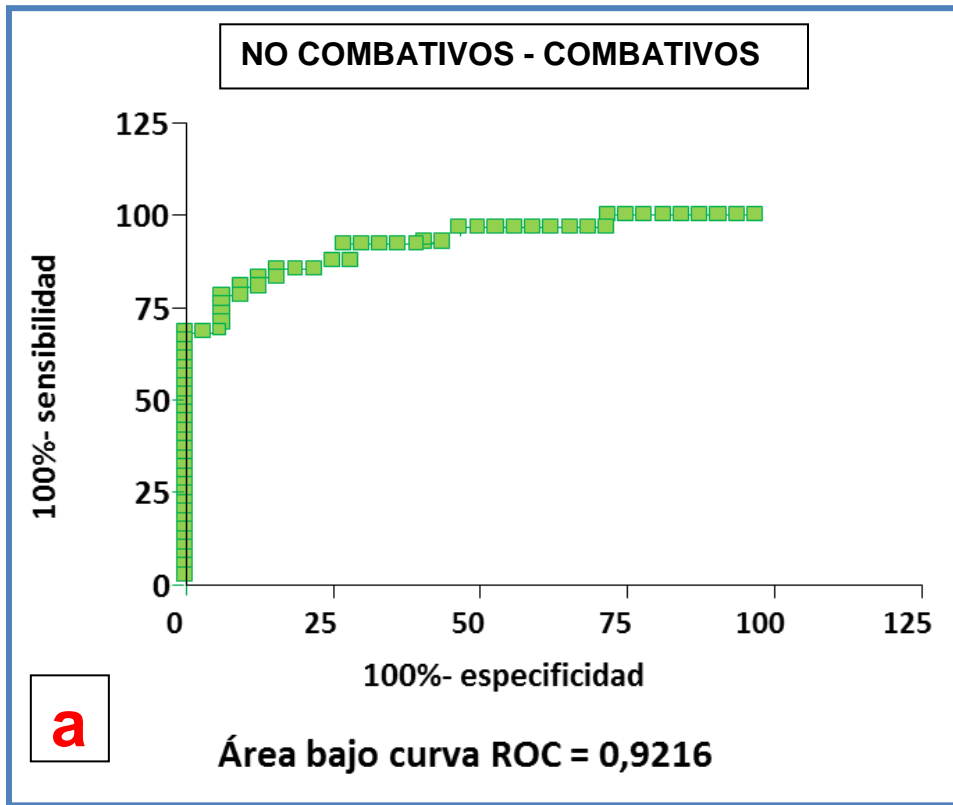


Figura 37 a y b. Curvas ROC dopamina-comportamiento agresivo.

Se realizaron dos análisis de curvas ROC, uno en la que los animales se clasificaron en no combativos y combativos, y otro en el que fueron clasificados en agresivos y no agresivos, según su nota de comportamiento durante la lidia.

Después de realizar el análisis de curvas ROC se obtuvo, en el caso en que los animales habían sido clasificados en no combativos y combativos, un área bajo la curva de 0,9216 ( $p < 0,001$ ). Cuando los animales se clasificaron en agresivos y no agresivos el área bajo la curva fue de 0,9034 ( $p < 0,001$ ) (Figura 37 a y b).

Conforme a los resultados obtenidos en las áreas bajo las curvas, se decidió utilizar la clasificación de no combativos-combativos como más adecuada y, por lo tanto, nos basamos en esa clasificación para determinar el punto de corte en el valor de dopamina que nos permitiera clasificar los animales según su comportamiento.

Elegimos como punto de corte la concentración de dopamina 12,24 ng/ml, con una especificidad del 91,23% y una sensibilidad de 82,50%. Esto significa que aquellos animales con una concentración de dopamina en suero menor de 12,24 ng/ml serían clasificados como combativos, y aquellos animales con una concentración de dopamina en suero mayor de 12,24 ng/ml serían clasificados como animales no combativos.

Este valor de especificidad significa que el 91,23% de los animales clasificados como no combativos lo son y el resto, 8,67%, serían animales combativos clasificados erróneamente como no combativos. Y el valor de sensibilidad significa que el 82,50% de los animales no combativos son detectados con este punto de corte y que el resto, 17,50%, son animales no combativos que el test no sería capaz de identificar.

## 5 CONCENTRACIÓN DE TESTOSTERONA

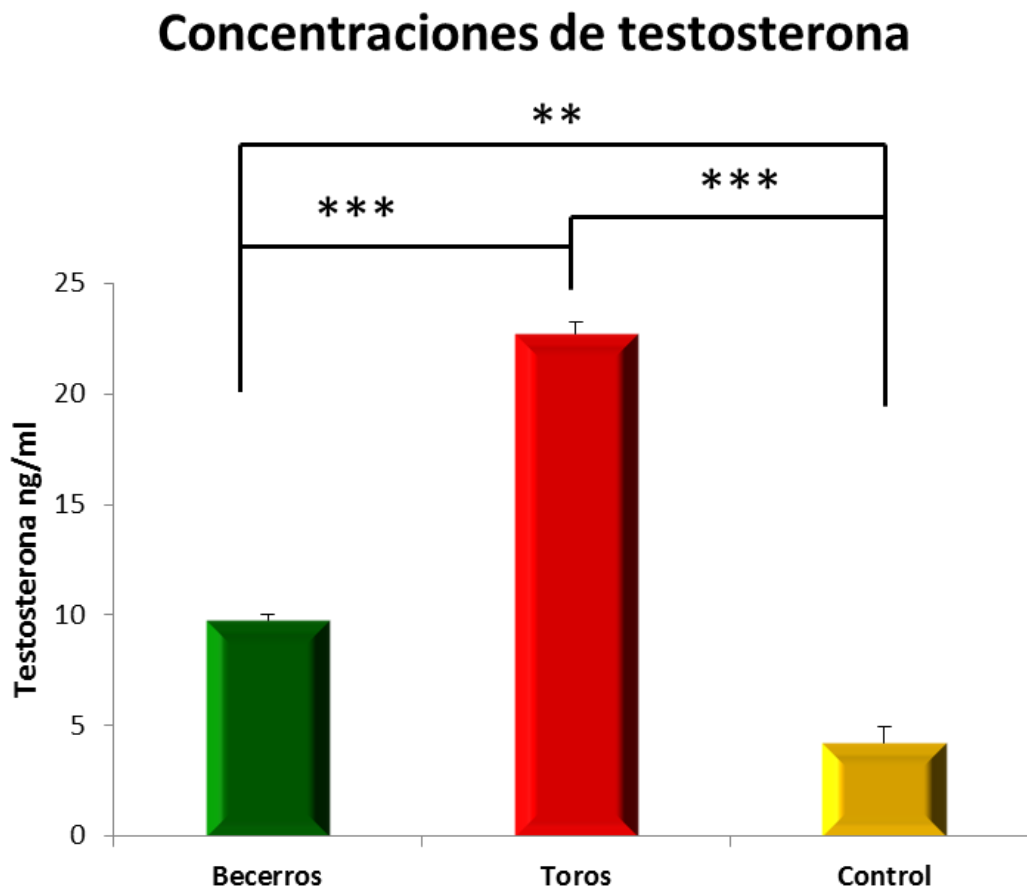
### 5. A Concentración de testosterona en suero

Se determinó la concentración de testosterona en suero de los animales correspondientes a los diferentes grupos estudiados. Los tres grupos problema presentaron una concentración de testosterona elevada respecto a la concentración basal observada en el grupo control y aproximadamente 5 veces en los grupos de toros y becerros (T vs. C,  $p < 0,01$ ; B vs. C,  $p < 0,001$ ). El grupo con mayor concentración de testosterona en suero fue el de los toros.

Grupo	n	Testosterona (ng/ml)	p
Toros	130	22,70 ± 0,52	T vs. C
			< 0,01 (**)
			T vs. R
			< 0,005 (***)
Beceros	284	9,74 ± 0,28	T vs. B
			< 0,01 (**)
			B vs. C
Controles	6	4,22 ± 0,73	< 0,005 (***)

**Tabla 18.** Concentración de testosterona en suero de los diferentes grupos estudiados.

En general, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre todos los grupos estudiados (Tabla 16, Figura 30).



**Figura 38.** Concentración media de testosterona sérica de los diferentes grupos estudiados y su comparación estadística. \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

## 5. B Concentración de testosterona en suero de los distintos encastes

Se estudiaron las posibles diferencias en la concentración de testosterona sérica entre los animales de los distintos encastes. La concentración de testosterona fue similar en todos ellos y no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los encastes (Figura 39).

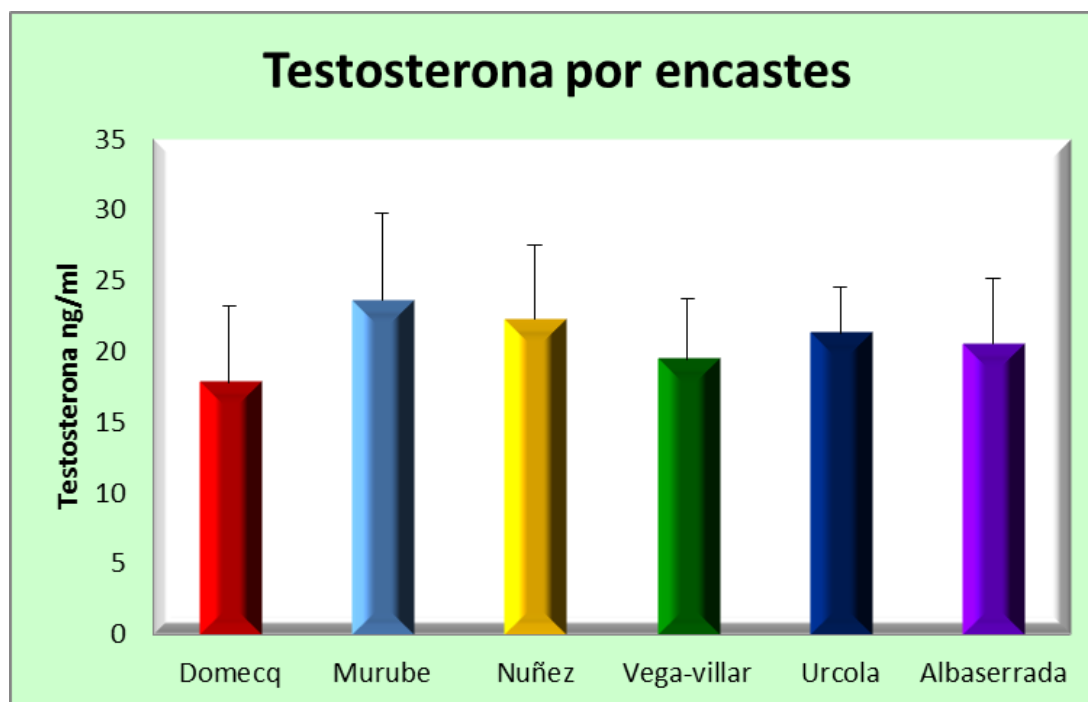


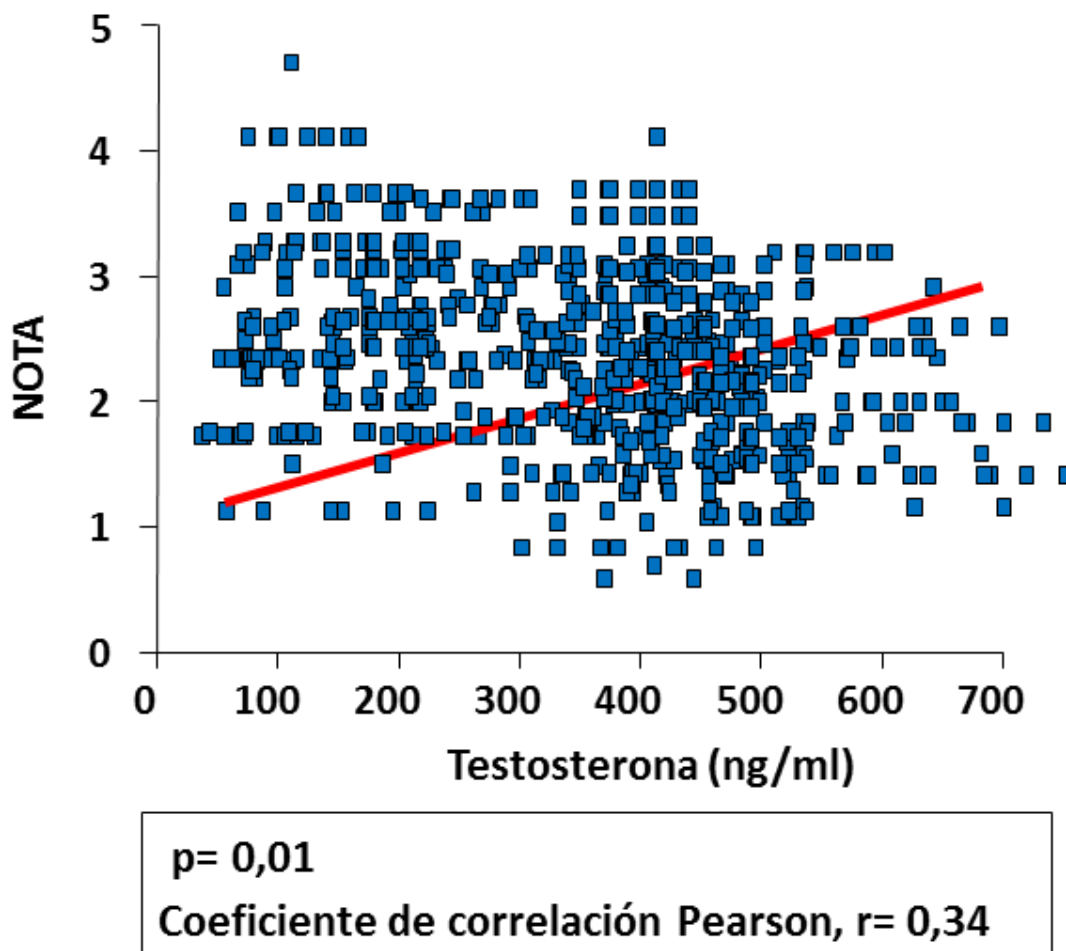
Figura 39. Concentración de testosterona en suero de los distintos encastes estudiados.

## 5. C Concentración de testosterona en suero y notas de comportamiento agresivo

### 5. C. 1 Correlación entre concentración de testosterona en suero medida en toros y notas de agresividad durante su lidia

También se analizó la correlación entre la concentración de testosterona en suero y el comportamiento agresivo demostrado durante la lidia ordinaria en el grupo de toros. Se obtuvo una correlación entre ambas variables, con un coeficiente de Pearson de 0,34 ( $p < 0,01$ ) (Figura 40). Por lo tanto, se observaba en el grupo de toros la tendencia a manifestar un comportamiento más agresivo cuando existían valores de testosterona mayores.

### Correlación testosterona – notas (Toros)

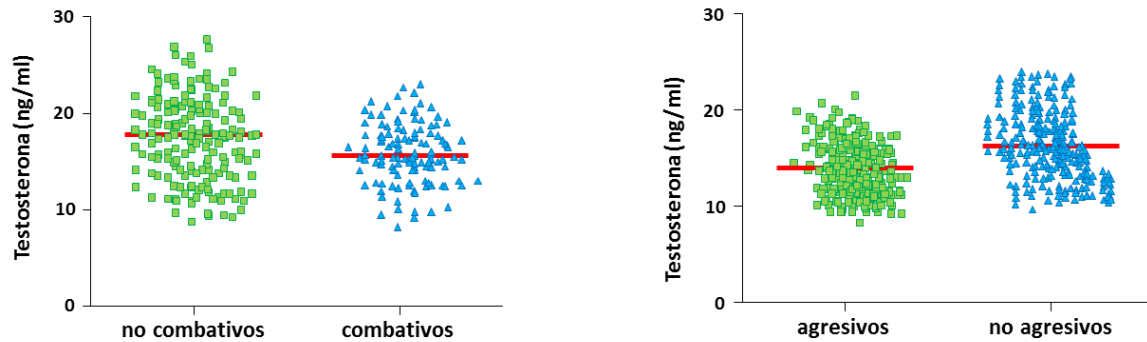


**Figura 40.** Correlación entre la concentración de testosterona sérica analizada en toros y sus correspondientes notas de agresividad en la lidia ordinaria.

#### ***5. C. 2 Determinación del valor umbral de testosterona que permite diferenciar subgrupos de animales con diferente comportamiento***

De la misma forma que comprobamos si la concentración de serotonina y dopamina en suero era un parámetro válido a tener en cuenta a la hora de separar la población estudiada en grupos que difirieran en comportamiento, estudiamos esta posibilidad para la testosterona, aunque las correlaciones mostradas entre testosterona y comportamiento agresivo eran menores.

Se realizó la clasificación respecto al comportamiento agresivo de los toros durante su lidia en agresivos y no agresivos, siguiendo las pautas explicadas en el apartado 4.C.2 (Figura 41 a) y se obtuvieron las siguientes distribuciones



**Figura 41.** Concentración de testosterona en suero de los toros divididos según su nota de comportamiento agresivo.

En la figura 41 puede observarse que, en ambas clasificaciones, prácticamente la totalidad de las dos poblaciones se solapan, de manera que resultaría complicado establecer un umbral en la concentración de testosterona a partir del cual se pueda discriminar un comportamiento no agresivo o agresivo.

A pesar de esto, se decidió realizar el análisis estadístico de curvas ROC para el parámetro concentración testosterona en suero como indicador de comportamiento agresivo.

Se realizaron dos análisis de curvas ROC, uno en la que los animales se clasificaron en no combativos y combativos, y otro en el que fueron clasificados en agresivos y no agresivos según su nota de comportamiento durante la lidia.

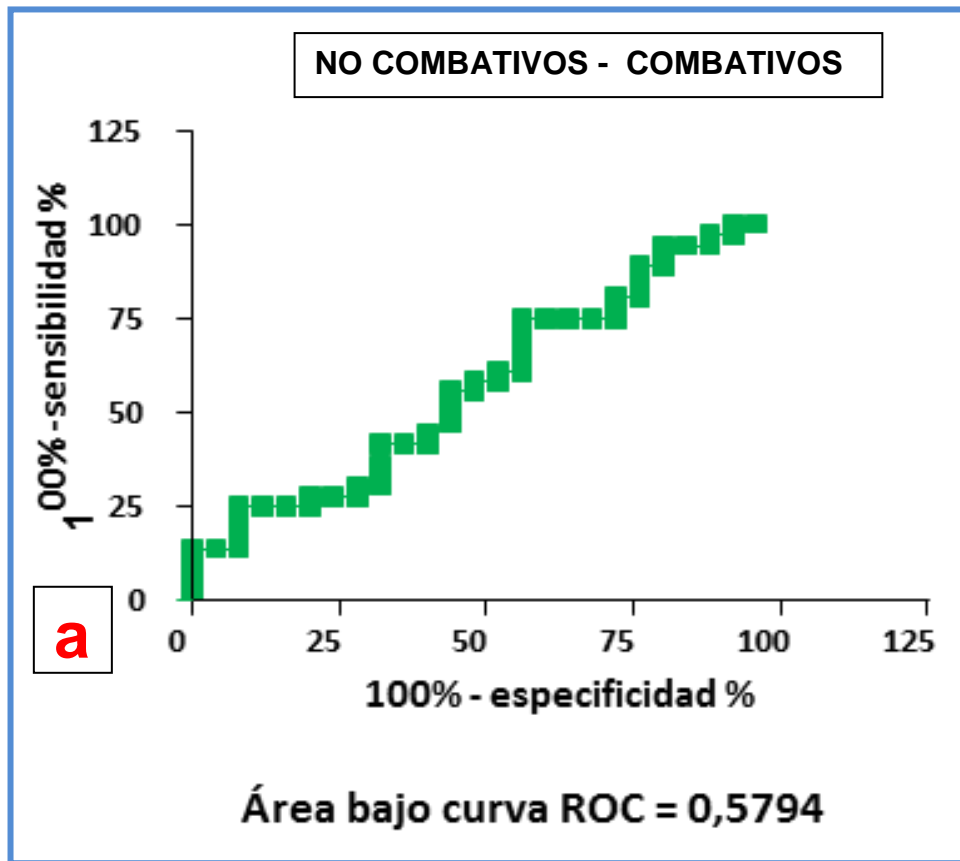
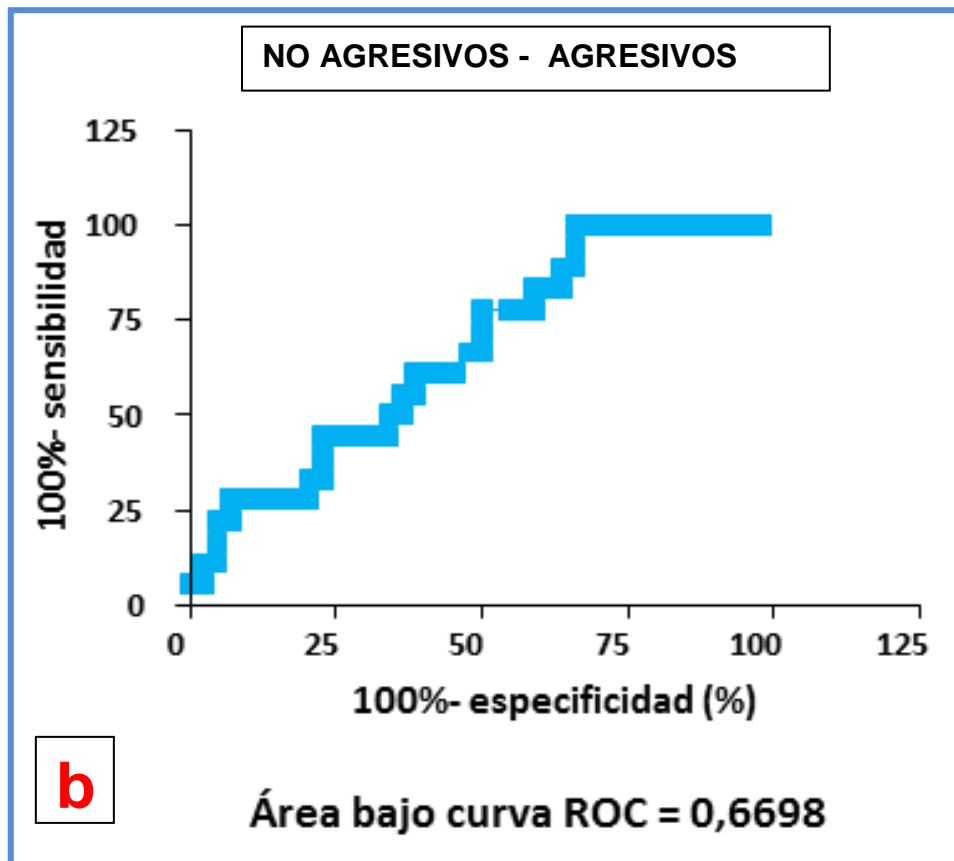


Figura 42 a y b. Curvas ROC testosterona-comportamiento agresivo.



Después de realizar el análisis de curvas ROC para el parámetro testosterona se obtuvo, en el caso en que los animales habían sido clasificados en no combativos y combativos, un área bajo la curva de 0,5794 ( $p=0,29$ ). Cuando los animales se clasificaron en agresivos y no agresivos el área bajo la curva fue de 0,6698 ( $p=0,04$ ) (Figura 42).

Debido a que el área bajo la curva obtenida en ambos casos se alejaba significativamente de 1, no se consideró adecuado utilizar la testosterona como indicador de comportamiento agresivo y, por lo tanto, no se determinó un valor umbral a partir del análisis de curvas ROC.

## **6 RELACIÓN ENTRE SEROTONINA, DOPAMINA Y TESTOSTERONA EN BECERROS Y COMPORTAMIENTO AGRESIVO DURANTE SU POSTERIOR LIDIA**

Se realizó un seguimiento de los becerros estudiados en el momento del herradero para evaluar su comportamiento agresivo en la plaza durante su lidia. De esta manera, se comprobó si las concentraciones de serotonina, dopamina y testosterona medidas en sangre durante el herradero de estos animales se mantuvieron constantes hasta el momento de su lidia y si estaban relacionadas con la manifestación de un comportamiento agresivo o no durante su posterior lidia.

### **6. A Concentración de serotonina en suero medida en becerros durante su herradero, en el momento de su posterior lidia y su relación con las notas de agresividad**

Del estudio de la concentración de serotonina en sangre de los becerros y su correlación con la nota de comportamiento agresivo asignada por el método observacional directo durante su lidia, se obtuvo una ecuación de regresión lineal que nos permite estimar una nota de comportamiento agresivo esperada para un animal al interpolar su concentración de serotonina en sangre:

$$y = - 0,002262 x + 3,85$$

Además, el estudio estadístico de curvas ROC indica el valor umbral para la concentración de serotonina en sangre que divide los toros en animales no combativos y combativos. Este valor umbral se fijó en 708,5 ng/ml.

Con estos dos resultados obtenemos una nota y, por lo tanto, un comportamiento esperado para un determinado becerro del que conocemos la concentración de serotonina en sangre en el momento de su herradero (Tabla19).

ANIMAL	SEROTONINA BECERROS	SEROTONINA TOROS	NOTA ESPERADA	NOTA OBSERVADA	OBSERVACIONES
1	2148,30	1806,86	1,50	1,50	Toro
2	2099,07	1820,81	2,00	1,50	Toro
3	1868,49	1690,65	1,00	1,00	Toro
4	1845,43	1662,64	2,00	1,50	Toro
5	1740,93	1599,19	1,00	1,50	Toro
6	1514,18	1496,34	2,00	1,50	Toro
7	1453,37	1256,79	1,50	2,00	Toro
8	1437,82	1287,83	1,00	2,00	Toro
9	1309,92	1249,67	2,00	2,00	Toro
10	1293,73	1166,95	2,00	1,50	Toro
11	1192,50	1131,09	2,00	2,00	Toro
12	1178,65	1132,38	2,00	2,00	Toro
13	1166,03	1160,34	2,00	1,00	Toro
14	1127,54	966,16	2,00	1,50	Toro
15	1101,70	973,62	2,00	2,00	Toro
16	1073,01	1079,38	1,00	2,00	Toro
17	1048,42	1087,71	2,00	1,50	Toro
18	1024,37	1040,80	1,50	1,00	Toro
19	991,30	882,23	1,00	2,00	Toro
20	968,58	889,04	1,00	1,50	Toro
21	955,15	1002,23	1,00	2,00	Toro
22	950,70	846,17	2,00	2,00	Toro
23	933,25	1009,96	2,00	1,50	Toro
24	928,92	852,70	2,00	2,00	Toro
25	891,40	779,11	1,00	2,00	Toro
26	881,77	847,44	1,00	2,00	Toro
27	880,40	766,19	1,00	2,00	Toro
28	870,97	785,12	1,50	2,00	Toro
29	856,85	798,93	2,00	2,00	Toro
30	846,27	785,69	2,00	2,00	Toro
31	793,48	723,41	2,00	2,00	Toro
32	784,91	786,86	1,50	2,00	Toro
33	765,73	716,92	2,00	2,00	Toro
34	762,18	767,42	2,00	2,50	Toro
35	752,77	754,70	2,00	2,00	Toro
36	722,37	689,56	2,50	2,50	Toro
37	713,45	678,13	2,00	2,50	Toro
38	705,81	694,88	3,00	2,50	Toro
39	685,80	695,38	2,00	3,00	Toro
40	678,46	712,56	2,50	2,00	Toro
41	646,56	565,66	2,50	3,00	Toro
42	643,02	640,27	2,50	3,00	Toro
43	628,28	645,21	2,50	2,00	Toro
44	620,52	634,52	3,00	3,00	Toro
45	582,74	534,08	2,50	3,00	Toro
46	575,54	525,23	3,00	3,00	Toro
47	569,38	538,20	2,00	3,00	Toro

ANIMAL	SEROTONINA BECERROS	SEROTONINA TOROS	NOTA ESPERADA	NOTA OBSERVADA	OBSERVACIONES
48	560,40	488,37	2,00	3,00	Toro
49	558,14	444,65	3,00	3,00	Toro
50	534,88	460,34	2,00	3,50	Toro
51	530,51	509,08	2,50	3,00	Toro
52	522,62	463,90	2,00	3,00	Toro
53	521,33	515,72	2,50	3,00	Toro
54	511,95	504,51	2,50	3,00	Toro
55	507,03	413,12	2,50	3,00	Toro
56	500,77	406,27	3,00	3,00	Toro
57	497,20	443,70	2,50	3,50	Toro
58	495,41	416,31	3,00	3,00	Toro
59	489,29	409,41	2,00	3,00	Toro
60	485,81	447,13	2,00	3,50	Toro
61	479,74	479,74	3,00	3,00	Toro
62	476,13	427,44	3,00	3,00	Toro
63	472,23	472,69	3,00	3,00	Toro
64	468,74	483,44	3,00	3,00	Toro
65	465,21	430,74	3,50	3,50	Toro
66	459,05	421,82	3,00	3,00	Toro
67	455,71	468,45	3,00	3,50	Toro
68	451,34	383,59	2,50	3,00	Toro
69	446,72	387,02	3,50	3,00	Toro
70	445,76	377,23	3,00	3,50	Toro
71	437,12	405,16	3,50	3,50	Toro
72	435,55	380,14	3,00	3,00	Toro
73	432,44	415,17	3,00	3,50	Toro
74	428,10	400,68	3,00	3,00	Toro
75	427,04	445,45	3,00	3,50	Toro
76	423,52	410,58	3,00	3,00	Toro
77	417,25	448,89	3,00	3,00	Toro
78	413,73	398,27	3,00	3,50	Toro
79	402,92	392,71	3,50	3,50	Toro
80	399,26	394,69	3,00	3,50	Toro
81	397,94	386,20	3,50	4,00	Toro
82	393,68	395,74	3,00	4,00	Toro
83	393,39	368,23	3,00	4,00	Toro
84	385,84	378,31	3,50	3,50	Toro
85	377,00	381,23	3,50	3,00	Toro
86	372,34	374,91	3,50	3,50	Toro
87	365,75	339,50	3,50	3,50	Toro
88	361,23	333,87	4,00	3,50	Toro
89	358,66	364,64	4,00	3,50	Toro
90	356,65	269,70	4,00	4,00	Toro
91	352,95	336,45	4,00	4,00	Toro
92	350,44	367,45	4,00	4,00	Toro
93	348,48	271,78	3,50	4,00	Toro
94	344,86	253,47	4,00	4,00	Toro
95	341,17	259,73	3,50	4,00	Toro
96	328,07	285,19	3,50	3,50	Toro
97	317,48	250,42	3,50	3,50	Toro
98	306,98	235,36	4,00	4,00	Toro
99	303,69	241,17	4,00	4,00	Toro
100	299,94	237,17	4,00	4,00	Toro

ANIMAL	SEROTONINA BECERROS	SEROTONINA TOROS	NOTA ESPERADA	NOTA OBSERVADA	OBSERVACIONES
101	295,47	278,56	4,00	4,00	Toro
102	289,02	238,70	4,00	4,00	Toro
103	282,96	228,12	3,00	4,00	Toro
104	279,46	224,34	4,00	4,00	Toro
105	276,47	229,88	4,00	4,00	Toro
106	273,06	226,07	3,50	4,00	Toro
107	263,02	258,65	4,00	4,00	Toro
108	259,77	254,36	3,50	4,00	Toro
109	257,28	221,64	3,50	4,00	Toro
110	254,10	217,97	3,50	3,50	Toro
111	251,87	211,82	4,00	4,00	Toro
112	251,38	223,35	4,00	3,50	Toro
113	248,77	208,31	4,00	4,00	Toro
114	248,28	219,65	4,00	4,00	Toro
115	246,10	213,45	4,00	4,00	Toro
116	239,99	211,61	4,00	4,00	Toro
117	231,59	209,71	3,50	4,00	Toro
118	213,63	196,48	4,00	4,00	Toro
119	192,08	184,18	3,50	4,50	Toro
120	190,02	188,73	3,50	4,00	Toro
121	176,01	162,30	3,50	4,50	Toro
122	173,12	173,90	4,00	4,00	Toro
123	170,98	171,02	4,00	4,50	Toro
124	167,06	172,34	4,00	4,50	Toro
125	156,68	150,70	4,00	4,00	Toro
126	153,09	151,86	4,00	4,00	Toro
127	142,63	143,64	3,00	4,00	Toro
128	139,36	144,75	4,00	4,00	Toro
129	126,97	133,38	4,00	4,50	Toro
130	124,06	134,41	4,00	3,00	Toro

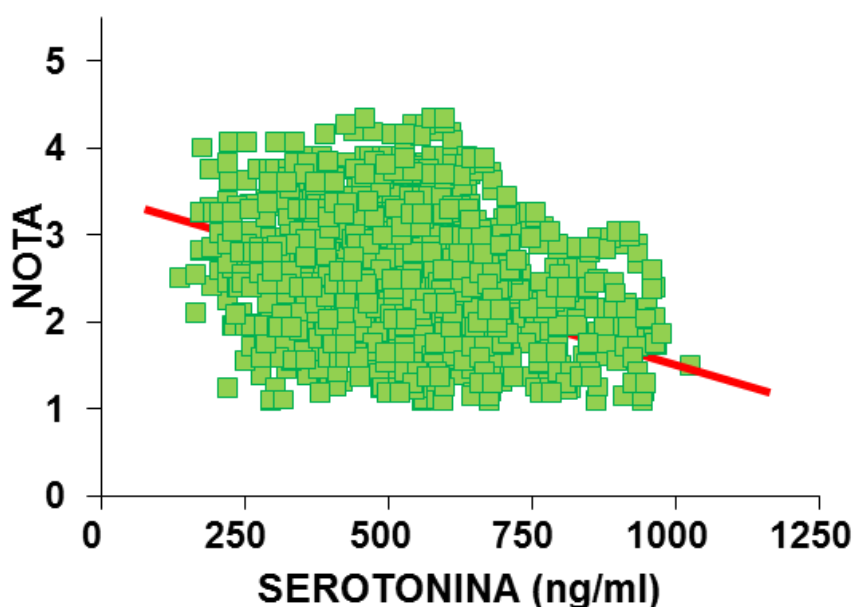
**Tabla 19.** Concentración de serotonina en sangre de los becerros en su herradero y tras su lidia; nota y comportamiento esperados y nota observada durante su posterior lidia.

Para la validación de la ecuación y del umbral de la concentración de serotonina calculados en base a los datos obtenidos en toros, se procedió a realizar el seguimiento de los becerros desde su herradero hasta su lidia. Los novillos (n= 130) y los toros (n= 130) fueron lidiados cuatro y cinco años después del herradero y durante la lidia se adjudicó la nota correspondiente a su comportamiento agresivo mediante el método observacional directo (Tabla 19).

Una vez conocida las notas de comportamiento agresivo de estos animales, se correlacionaron con los valores de serotonina analizados en el suero en el momento del herradero.

Se obtuvo una clara correlación entre ambas variables, con un coeficiente de Spearman de  $-0,9336$ , lo que significaba que a mayor concentración de serotonina en sangre, los animales mostraban un comportamiento menos agresivo ( $p < 0,001$ ) (Figura 43).

### Correlación serotonina herradero – notas toros

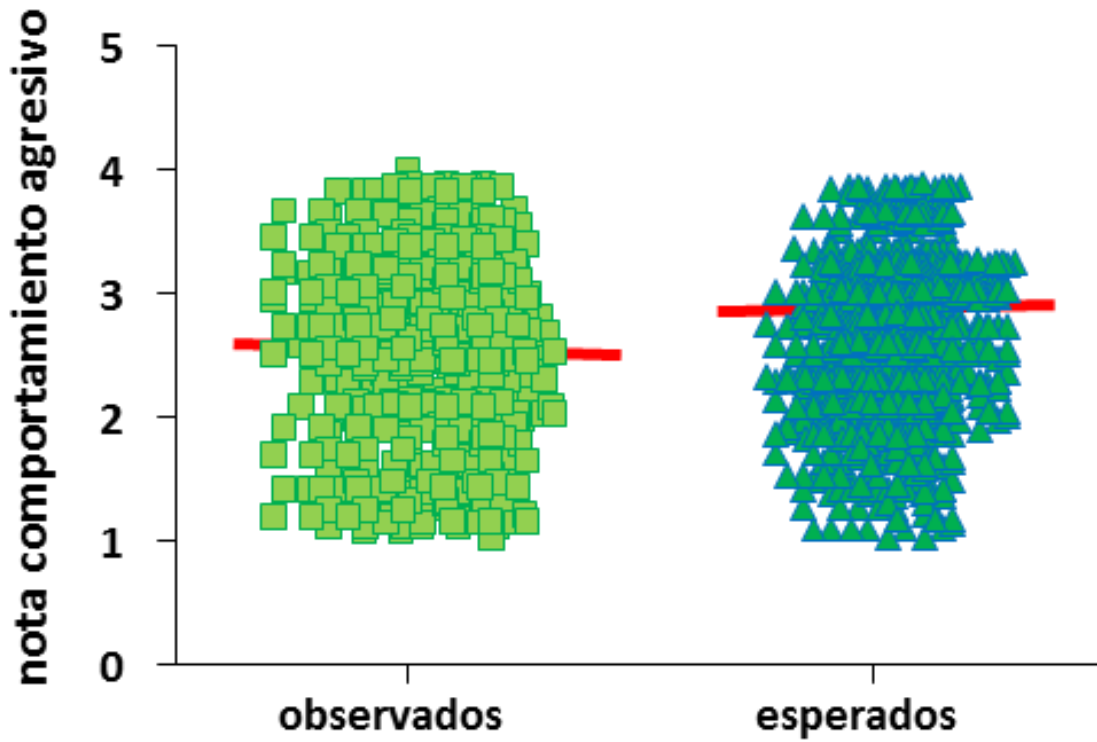


**$p < 0,001$**   
**Coeficiente de correlación Spearman,  $r = -0,9336$**

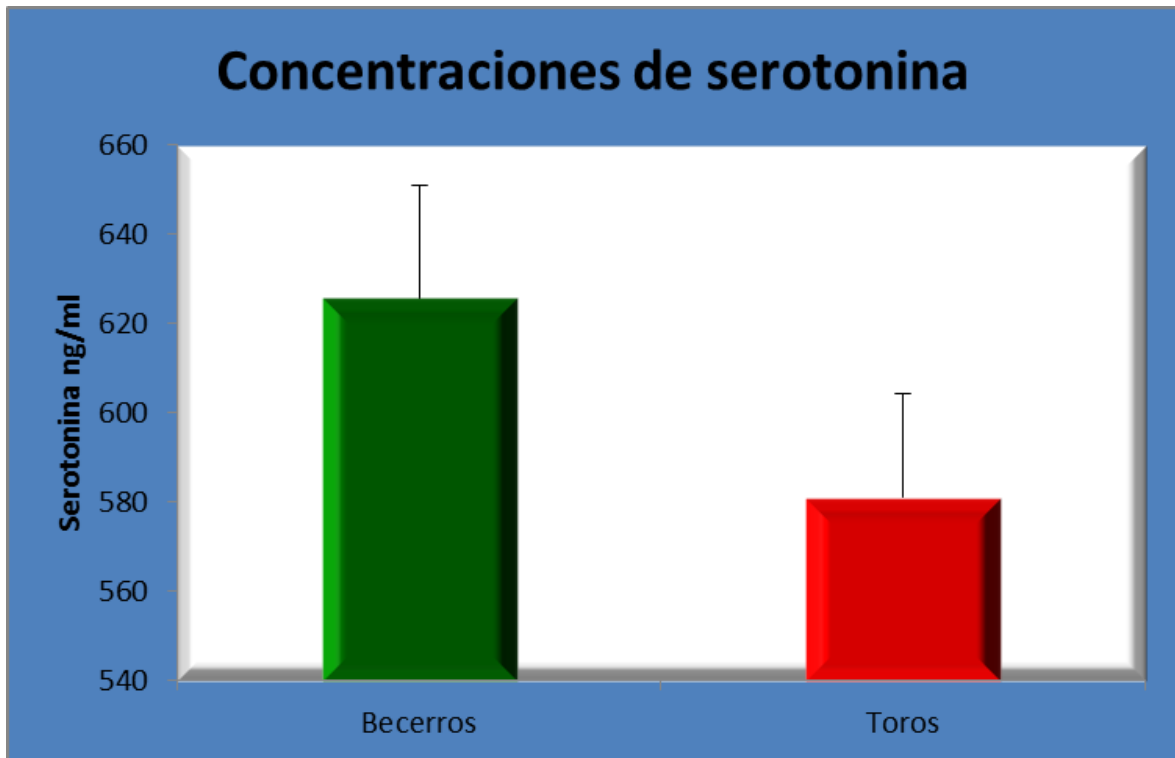
**Figura 43.** Correlación entre la concentración de serotonina sérica analizada en los toros (herradero) y sus correspondientes notas de agresividad en su posterior lidia ordinaria.

Las notas de comportamiento agresivo esperada y observada para cada animal se compararon con el análisis estadístico de  $\chi^2$ ,

obteniéndose un valor de  $p=0,8035$ , lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas poblaciones de notas (Figura 44).



**Figura 44.** Poblaciones de notas de comportamiento agresivo esperadas y observadas en becerros, en función de la concentración de serotonina sérica.



**Figura 45.** Comparación de las concentraciones de serotonina en sangre de los becerros en el momento de su herradero y tras su lidia (toros).

Para validar la medida de serotonina en sangre como indicador de comportamiento agresivo. Además, tras la lidia de estos animales, cuatro o cinco años después, procedimos a la recogida de sangre, pudiendo valorar la concentración de serotonina de estos becerros ya adultos (Tabla 19). Comparando la concentración de serotonina en sangre en el momento del herradero y tras la posterior lidia de cada animal mediante un t-test pareado y comprobamos que no había diferencias significativas entre los dos grupos de concentraciones de serotonina en sangre ( $p= 0,01$ ) (Figura 45).

## **6. B Concentración de dopamina en suero medida en becerros durante su herradero, en el momento de su lidia posterior y su relación con las notas de agresividad**

Del estudio de la concentración de dopamina en sangre de los toros y su correlación con la nota de comportamiento agresivo asignada por el método observacional directo durante su lidia, se obtuvo una ecuación de regresión lineal que nos permite estimar una nota de comportamiento agresivo esperada para un animal al interpolar su concentración de dopamina en sangre:

$$y = - 0,003145 x + 3,65$$

Además, el estudio estadístico de curvas ROC indica el valor umbral para la concentración de dopamina en sangre que divide los toros en animales no combativos y combativos. Este valor umbral se fijó en 12,24 ng/ml.

Con estos dos resultados obtenemos una nota  $y$ , por lo tanto, un comportamiento esperado para un determinado becerro del que conozcamos la concentración de dopamina en sangre en el momento de su herradero (Tabla 20).

ANIMAL	DOPAMINA BECERROS	DOPAMINA TOROS	NOTA ESPERADA	NOTA OBSERVADA	OBSERVACIONES
1	1,29	1,41	1,50	1,50	Toro
2	0,14	0,16	2,00	1,50	Toro
3	0,15	0,16	1,00	1,00	Toro
4	0,15	0,16	2,00	1,50	Toro
5	1,28	1,40	1,00	1,50	Toro
6	0,13	0,14	2,00	1,50	Toro
7	1,44	1,58	1,50	2,00	Toro
8	0,30	0,33	1,00	2,00	Toro
9	1,68	1,12	2,00	2,00	Toro
10	1,48	1,62	2,00	1,50	Toro
11	1,41	1,55	2,00	2,00	Toro
12	1,92	1,46	2,00	2,00	Toro
13	4,80	1,24	2,00	1,00	Toro
14	1,14	1,79	2,00	1,50	Toro
15	1,39	1,18	2,00	2,00	Toro
16	0,99	1,08	1,00	2,00	Toro
17	1,10	4,48	2,00	1,50	Toro
18	0,27	0,29	1,50	1,00	Toro
19	1,23	1,90	1,00	2,00	Toro
20	1,06	1,61	1,00	1,50	Toro
21	1,38	1,87	1,00	2,00	Toro
22	1,90	1,73	2,00	2,00	Toro
23	1,20	1,59	2,00	1,50	Toro
24	1,75	1,47	2,00	2,00	Toro
25	1,13	1,69	1,00	2,00	Toro
26	1,32	1,67	1,00	2,00	Toro
27	1,04	1,79	1,00	2,00	Toro
28	1,02	1,68	1,50	2,00	Toro
29	1,34	1,22	2,00	2,00	Toro
30	1,12	9,96	2,00	2,00	Toro
31	1,41	1,83	2,00	2,00	Toro
32	1,25	1,83	1,50	2,00	Toro
33	2,06	2,71	2,00	2,00	Toro
34	2,05	2,16	2,00	2,50	Toro
35	2,87	2,50	2,00	2,00	Toro
36	3,31	3,34	2,50	2,50	Toro
37	1,46	1,60	2,00	2,50	Toro
38	1,05	1,62	3,00	2,50	Toro
39	7,37	7,05	2,00	3,00	Toro
40	7,12	7,78	2,50	2,00	Toro
41	4,59	5,94	2,50	3,00	Toro
42	4,32	4,35	2,50	3,00	Toro
43	2,33	2,91	2,50	2,00	Toro
44	6,32	6,35	3,00	3,00	Toro
45	15,16	16,56	2,50	3,00	Toro
46	14,94	16,32	3,00	3,00	Toro
47	13,93	15,22	2,00	3,00	Toro
48	24,77	27,05	2,00	3,00	Toro
49	16,84	18,39	3,00	3,00	Toro
50	14,81	16,17	2,00	3,50	Toro

ANIMAL	DOPAMINA BECERROS	DOPAMINA TOROS	NOTA ESPERADA	NOTA OBSERVADA	OBSERVACIONES
51	13,25	14,47	2,50	3,00	Toro
52	6,98	7,62	2,00	3,00	Toro
53	10,54	11,52	2,50	3,00	Toro
54	11,90	13,00	2,50	3,00	Toro
55	17,20	18,79	2,50	3,00	Toro
56	17,01	18,58	3,00	3,00	Toro
57	18,16	19,83	2,50	3,50	Toro
58	16,05	17,53	3,00	3,00	Toro
59	15,86	17,32	2,00	3,00	Toro
60	18,90	20,65	2,00	3,50	Toro
61	10,16	11,10	3,00	3,00	Toro
62	7,31	7,98	3,00	3,00	Toro
63	13,57	14,82	3,00	3,00	Toro
64	9,01	9,84	3,00	3,00	Toro
65	13,99	15,28	3,50	3,50	Toro
66	11,16	12,19	3,00	3,00	Toro
67	12,19	13,32	3,00	3,50	Toro
68	1,33	1,45	2,50	3,00	Toro
69	14,88	16,25	3,50	3,00	Toro
70	17,42	19,02	3,00	3,50	Toro
71	18,39	20,08	3,50	3,50	Toro
72	16,24	17,74	3,00	3,00	Toro
73	17,42	19,03	3,00	3,50	Toro
74	13,10	14,31	3,00	3,00	Toro
75	10,21	10,97	3,00	3,50	Toro
76	6,18	6,75	3,00	3,00	Toro
77	9,23	10,08	3,00	3,00	Toro
78	10,52	11,49	3,00	3,50	Toro
79	19,06	20,82	3,50	3,50	Toro
80	10,25	11,19	3,00	3,50	Toro
81	17,33	18,93	3,50	4,00	Toro
82	16,75	18,29	3,00	4,00	Toro
83	14,23	15,54	3,00	4,00	Toro
84	8,61	7,22	3,50	3,50	Toro
85	12,39	13,53	3,50	3,00	Toro
86	12,24	13,37	3,50	3,50	Toro
87	21,31	21,43	3,50	3,50	Toro
88	15,56	17,00	4,00	3,50	Toro
89	19,52	21,32	4,00	3,50	Toro
90	19,87	21,70	4,00	4,00	Toro
91	14,39	15,71	4,00	4,00	Toro
92	15,43	16,86	4,00	4,00	Toro
93	13,66	14,92	3,50	4,00	Toro
94	21,12	23,07	4,00	4,00	Toro
95	11,43	12,49	3,50	4,00	Toro
96	20,30	22,18	3,50	3,50	Toro
97	15,11	16,50	3,50	3,50	Toro
98	21,63	23,63	4,00	4,00	Toro
99	20,70	22,61	4,00	4,00	Toro
100	20,45	22,34	4,00	4,00	Toro

ANIMAL	DOPAMINA BECERROS	DOPAMINA TOROS	NOTA ESPERADA	NOTA OBSERVADA	OBSERVACIONES
101	29,12	29,96	4,00	4,00	Toro
102	13,20	14,42	4,00	4,00	Toro
103	17,90	19,55	3,00	4,00	Toro
104	18,23	19,91	4,00	4,00	Toro
105	10,13	11,06	4,00	4,00	Toro
106	17,69	19,33	3,50	4,00	Toro
107	17,15	18,73	4,00	4,00	Toro
108	16,94	18,51	3,50	4,00	Toro
109	13,52	14,77	3,50	4,00	Toro
110	13,42	14,66	3,50	3,50	Toro
111	18,33	20,02	4,00	4,00	Toro
112	16,98	18,55	4,00	3,50	Toro
113	11,42	12,48	4,00	4,00	Toro
114	16,78	18,33	4,00	4,00	Toro
115	18,34	20,03	4,00	4,00	Toro
116	21,49	23,47	4,00	4,00	Toro
117	20,09	21,95	3,50	4,00	Toro
118	25,98	26,53	4,00	4,00	Toro
119	18,95	20,70	3,50	4,50	Toro
120	14,22	15,53	3,50	4,00	Toro
121	25,62	27,99	3,50	4,50	Toro
122	25,43	25,93	4,00	4,00	Toro
123	19,41	21,20	4,00	4,50	Toro
124	18,23	19,91	4,00	4,50	Toro
125	26,24	28,66	4,00	4,00	Toro
126	25,06	27,37	4,00	4,00	Toro
127	22,83	24,94	3,00	4,00	Toro
128	21,68	23,68	4,00	4,00	Toro
129	17,95	19,61	4,00	4,50	Toro
130	22,20	24,25	4,00	3,00	Toro

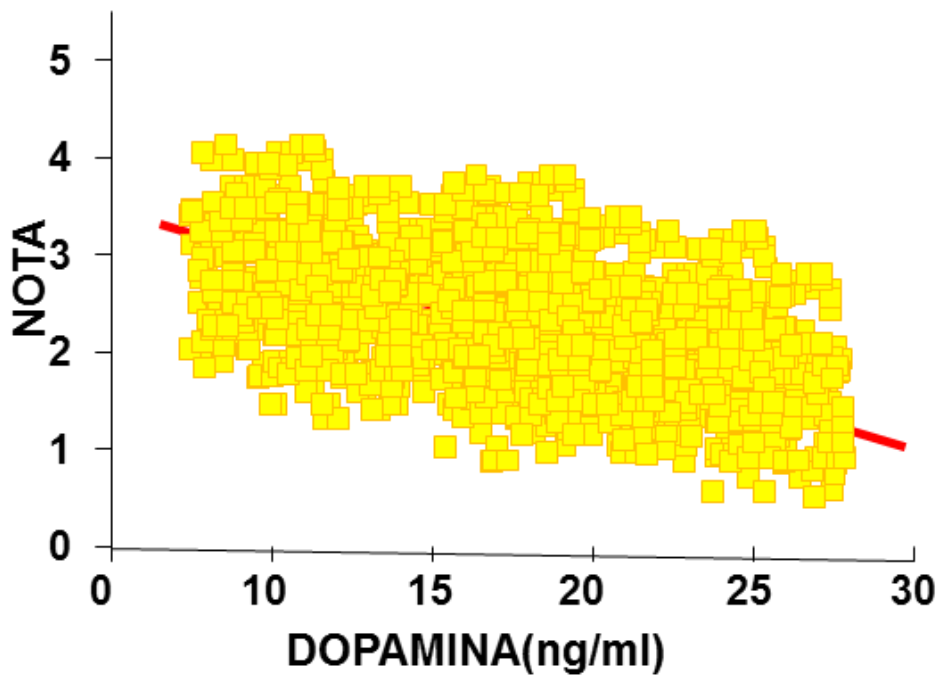
**Tabla 20.** Concentración de dopamina en sangre de los becerros en su herradero y tras su lidia; nota y comportamiento esperado y nota observada durante su posterior lidia.

Para la validación de la ecuación y del umbral de la concentración de dopamina calculados en base a los datos obtenidos en toros, se procedió a realizar el seguimiento de los becerros desde su herradero hasta su lidia. Los toros (n=130) fueron lidiados cuatro y cinco años después del herradero y durante la lidia se adjudicó la nota correspondiente a su comportamiento agresivo mediante el método observacional directo (Tabla 20).

Una vez conocidas las notas de comportamiento agresivo de estos animales, se correlacionaron con los valores de dopamina analizados en el suero en el momento del herradero.

Se obtuvo una clara correlación entre ambas variables, con un coeficiente de Spearman de  $-0,8915$ , lo que significaba que a mayor concentración de dopamina en sangre, los animales mostraban un comportamiento menos agresivo ( $p < 0,001$ ) (Figura 46).

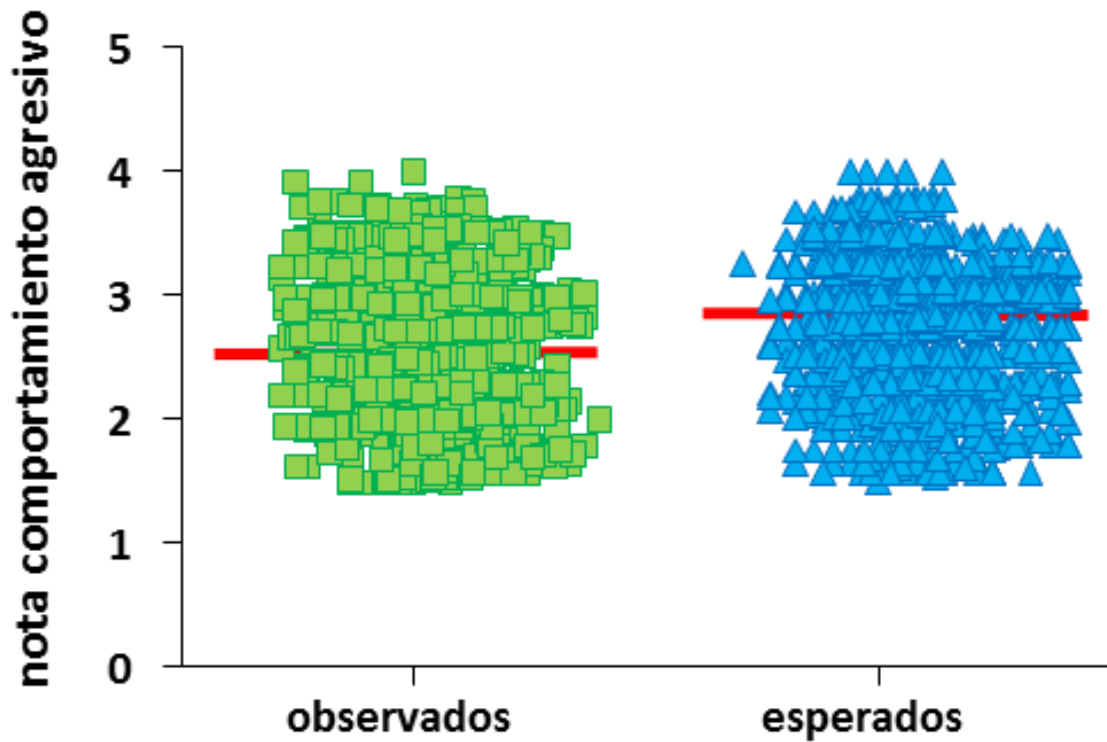
### Correlación dopamina herradero – notas toros



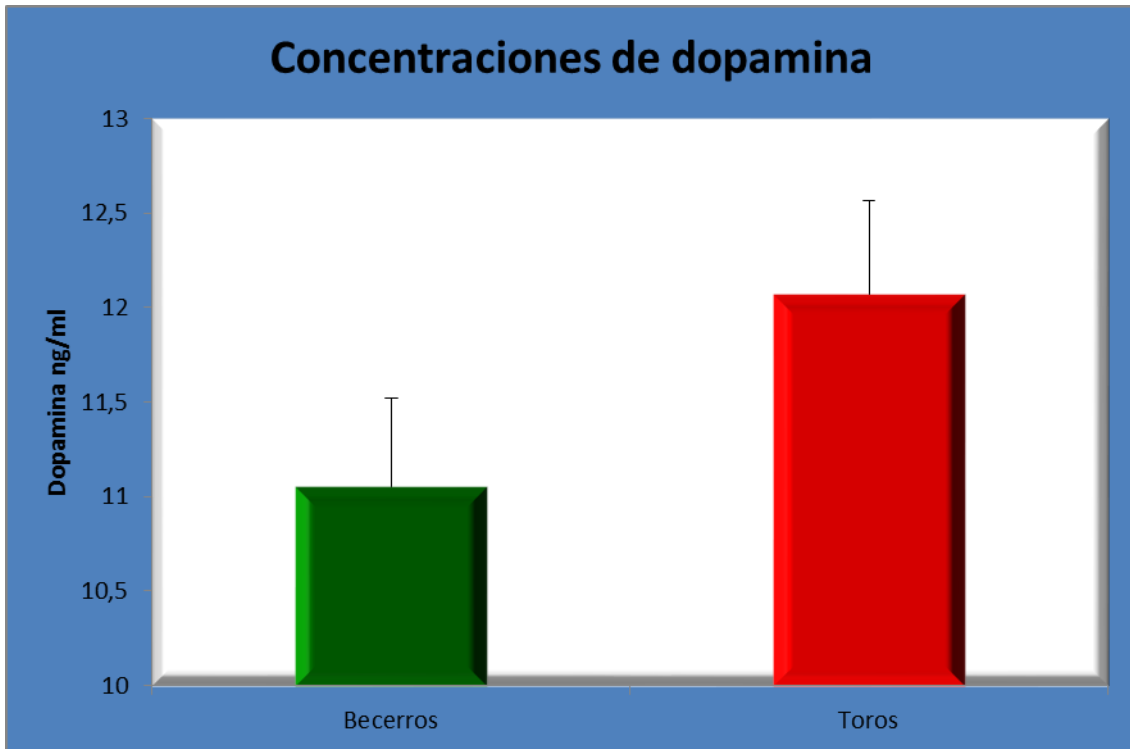
**$p < 0,001$**   
**Coeficiente de correlación Spearman,  $r = -0,8915$**

**Figura 46.** Correlación entre la concentración de dopamina sérica analizada en los becerros (herradero) y sus correspondientes notas de agresividad en su posterior lidia ordinaria.

Las notas de comportamiento agresivo esperada y observada para cada animal se compararon con el análisis estadístico  $\chi^2$ , obteniéndose un valor de  $p=0,8035$ , lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas poblaciones de notas (Figura 47).



**Figura 47.** Poblaciones de notas de comportamiento agresivo esperadas y observadas en becerros, en función de la concentración de dopamina sérica.



**Figura 48.** Comparación de las concentraciones de dopamina en sangre de los becerros en el momento de su herradero y tras su lidia (toros).

De esta forma validamos la medida de dopamina en sangre como indicador de comportamiento agresivo. Además, tras la lidia de estos animales, entre cuatro y cinco años después, procedimos a la recogida de sangre, pudiendo valorar también la concentración de dopamina de estos animales (Tabla 20). Comparamos la concentración de dopamina en sangre en el momento del herradero y tras la posterior lidia de cada animal mediante un t-test pareado y comprobamos que no había diferencias significativas entre los dos grupos de concentraciones de dopamina en sangre ( $p=0,8915$ ) (Figura 46).

## **6. C Concentración de testosterona en suero medida en becerros durante su herradero, en el momento de su lidia posterior y su relación con las notas de agresividad.**

La estimación de la nota y el comportamiento agresivo esperados a partir de los datos de testosterona se realizó de la misma manera que para la serotonina y la dopamina. La ecuación de regresión lineal en este caso fue:

$$y = 0,02814 x + 1,61$$

El estudio de curvas ROC para la testosterona y el comportamiento agresivo de los toros, nos mostró que la testosterona no era un buen indicador de comportamiento agresivo, por lo que no fue posible determinar un umbral en la concentración de testosterona que nos permitiera clasificar a los animales según su comportamiento agresivo.

En la tabla 21 se muestran la notas esperada y observada correspondientes al comportamiento agresivo desarrollado durante la lidia de los animales cuya concentración de testosterona se determinó en el momento de su herradero y tras su posterior lidia.

ANIMAL	TESTOSTERONA BECERROS	TESTOSTERONA TOROS	NOTA ESPERADA	NOTA OBSERVADA	OBSERVACIONES
1	14,40	24,38	1,50	1,50	Toro
2	18,61	29,45	2,00	1,50	Toro
3	4,72	20,11	1,00	1,00	Toro
4	2,62	6,46	2,00	1,50	Toro
5	7,37	21,68	1,00	1,50	Toro
6	13,33	17,90	2,00	1,50	Toro
7	4,17	24,89	1,50	2,00	Toro
8	7,11	23,56	1,00	2,00	Toro
9	3,57	31,45	2,00	2,00	Toro
10	7,16	18,98	2,00	1,50	Toro
11	6,67	18,29	2,00	2,00	Toro
12	6,20	18,87	2,00	2,00	Toro
13	8,15	23,26	2,00	1,00	Toro
14	4,06	16,44	2,00	1,50	Toro
15	7,14	14,45	2,00	2,00	Toro
16	6,14	29,64	1,00	2,00	Toro
17	10,20	16,84	2,00	1,50	Toro
18	5,87	15,33	1,50	1,00	Toro
19	8,57	16,78	1,00	2,00	Toro
20	4,60	34,67	1,00	1,50	Toro
21	12,36	10,83	1,00	2,00	Toro
22	15,28	19,43	2,00	2,00	Toro
23	4,76	16,98	2,00	1,50	Toro
24	3,79	14,78	2,00	2,00	Toro
25	2,08	12,34	1,00	2,00	Toro
26	8,25	10,44	1,00	2,00	Toro
27	5,04	15,67	1,00	2,00	Toro
28	6,16	24,49	1,50	2,00	Toro
29	5,64	46,01	2,00	2,00	Toro
30	5,88	12,43	2,00	2,00	Toro
31	3,93	46,42	2,00	2,00	Toro
32	5,71	21,06	1,50	2,00	Toro
33	10,82	20,43	2,00	2,00	Toro
34	8,62	33,00	2,00	2,50	Toro
35	7,65	27,89	2,00	2,00	Toro
36	8,71	22,88	2,50	2,50	Toro
37	5,18	28,00	2,00	2,50	Toro
38	6,34	24,33	3,00	2,50	Toro
39	5,90	22,11	2,00	3,00	Toro
40	9,11	32,05	2,50	2,00	Toro
41	12,52	12,82	2,50	3,00	Toro
42	4,75	22,34	2,50	3,00	Toro
43	6,82	45,43	2,50	2,00	Toro
44	21,63	26,24	3,00	3,00	Toro
45	6,02	21,96	2,50	3,00	Toro
46	11,53	32,71	3,00	3,00	Toro
47	17,95	13,62	2,00	3,00	Toro
48	6,78	20,81	2,00	3,00	Toro
49	18,58	40,83	3,00	3,00	Toro
50	7,89	40,46	2,00	3,50	Toro

ANIMAL	TESTOSTERONA BECERROS	TESTOSTERONA TOROS	NOTA ESPERADA	NOTA OBSERVADA	OBSERVACIONES
51	12,17	25,61	2,50	3,00	Toro
52	6,34	15,61	2,00	3,00	Toro
53	5,20	20,12	2,50	3,00	Toro
54	7,34	30,04	2,50	3,00	Toro
55	10,23	11,07	2,50	3,00	Toro
56	12,77	15,37	3,00	3,00	Toro
57	14,39	21,00	2,50	3,50	Toro
58	10,28	27,40	3,00	3,00	Toro
59	11,88	23,41	2,00	3,00	Toro
60	11,54	22,24	2,00	3,50	Toro
61	14,71	18,71	3,00	3,00	Toro
62	7,23	21,08	3,00	3,00	Toro
63	9,02	13,81	3,00	3,00	Toro
64	3,98	23,22	3,00	3,00	Toro
65	5,76	27,77	3,50	3,50	Toro
66	7,34	44,78	3,00	3,00	Toro
67	13,75	21,62	3,00	3,50	Toro
68	5,96	17,47	2,50	3,00	Toro
69	5,14	10,52	3,50	3,00	Toro
70	24,94	29,73	3,00	3,50	Toro
71	7,45	15,32	3,50	3,50	Toro
72	12,11	37,77	3,00	3,00	Toro
73	4,23	12,91	3,00	3,50	Toro
74	9,22	25,83	3,00	3,00	Toro
75	5,18	16,92	3,00	3,50	Toro
76	6,87	17,82	3,00	3,00	Toro
77	6,13	17,25	3,00	3,00	Toro
78	23,77	10,2	3,00	3,50	Toro
79	11,34	20,82	3,50	3,50	Toro
80	14,56	15,57	3,00	3,50	Toro
81	26,81	19,56	3,50	4,00	Toro
82	17,06	24,9	3,00	4,00	Toro
83	22,97	38,13	3,00	4,00	Toro
84	8,12	23,91	3,50	3,50	Toro
85	15,56	24,78	3,50	3,00	Toro
86	8,24	21,21	3,50	3,50	Toro
87	12,29	29,67	3,50	3,50	Toro
88	11,09	15,12	4,00	3,50	Toro
89	7,88	13,43	4,00	3,50	Toro
90	6,67	48,56	4,00	4,00	Toro
91	5,34	34,87	4,00	4,00	Toro
92	7,45	14,36	4,00	4,00	Toro
93	11,22	24,51	3,50	4,00	Toro
94	8,96	23,56	4,00	4,00	Toro
95	9,56	22,22	3,50	4,00	Toro
96	19,87	26,86	3,50	3,50	Toro
97	9,72	28,885	3,50	3,50	Toro
98	18,72	13,721	4,00	4,00	Toro
99	8,39	24,649	4,00	4,00	Toro
100	9,12	21,231	4,00	4,00	Toro

ANIMAL	TESTOSTERONA BECERROS	TESTOSTERONA TOROS	NOTA ESPERADA	NOTA OBSERVADA	OBSERVACIONES
101	11,34	28,413	4,00	4,00	Toro
102	9,21	20,09	4,00	4,00	Toro
103	6,34	36,933	3,00	4,00	Toro
104	5,98	17,626	4,00	4,00	Toro
105	6,72	20,743	4,00	4,00	Toro
106	8,19	32,409	3,50	4,00	Toro
107	12,45	56,321	4,00	4,00	Toro
108	15,37	15,737	3,50	4,00	Toro
109	7,74	22,774	3,50	4,00	Toro
110	14,57	30,365	3,50	3,50	Toro
111	8,57	23,643	4,00	4,00	Toro
112	11,71	23,420	4,00	3,50	Toro
113	10,42	20,840	4,00	4,00	Toro
114	10,42	20,840	4,00	4,00	Toro
115	12,04	24,080	4,00	4,00	Toro
116	13,90	27,800	4,00	4,00	Toro
117	6,63	13,260	3,50	4,00	Toro
118	13,31	26,625	4,00	4,00	Toro
119	10,21	20,420	3,50	4,50	Toro
120	10,78	21,560	3,50	4,00	Toro
121	12,90	25,800	3,50	4,50	Toro
122	6,55	13,100	4,00	4,00	Toro
123	7,00	14,000	4,00	4,50	Toro
124	10,75	21,500	4,00	4,50	Toro
125	11,05	14,106	4,00	4,00	Toro
126	16,22	34,795	4,00	4,00	Toro
127	12,91	25,820	3,00	4,00	Toro
128	13,11	26,220	4,00	4,00	Toro
129	6,45	12,900	4,00	4,50	Toro
130	11,02	25,67	4,00	3,00	Toro

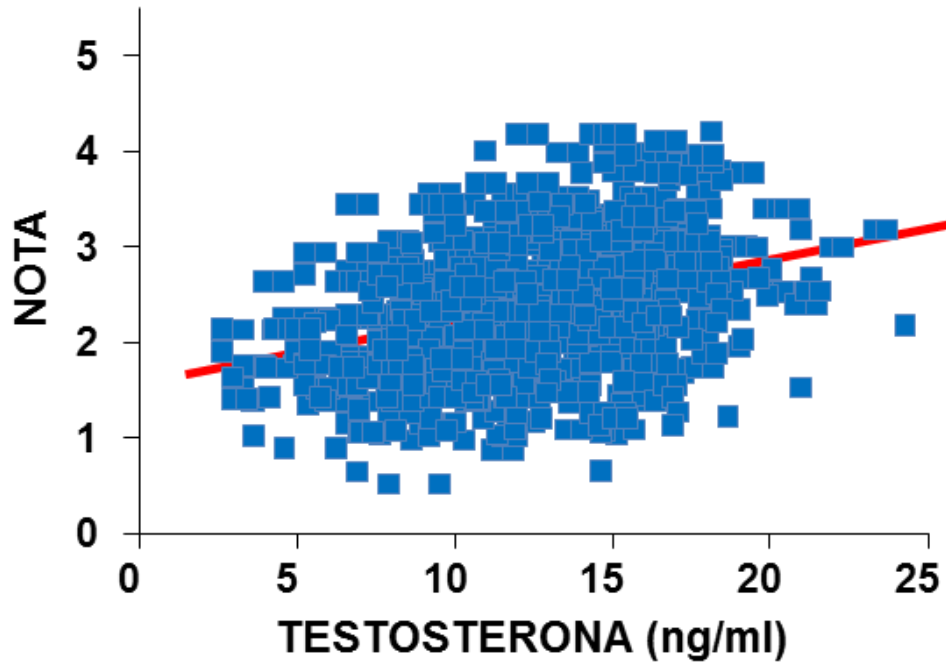
**Tabla 21.** Concentración de testosterona en sangre de los becerros en su herradero y tras su lidia; nota esperada y nota observada durante su posterior lidia.

Una vez conocidas las notas de comportamiento agresivo de estos animales, se correlacionaron con los valores de testosterona analizados en el suero en el momento del herradero.

Se obtuvo una correlación entre ambas variables, con un coeficiente de Spearman de 0,3675, lo que significaba que existía una tendencia a mostrar

comportamientos más agresivos durante la lidia cuando existía una mayor concentración de testosterona en sangre ( $p=0,2608$ ) (Figura 49).

### Correlación testosterona herradero – notas toros

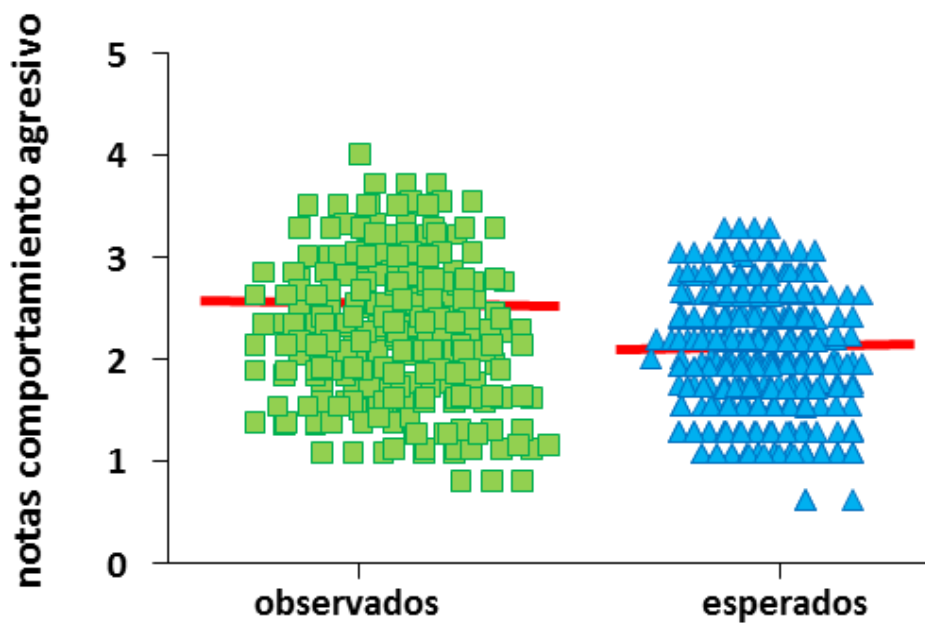


$p=0,2608$   
Coeficiente de correlación Spearman,  $r= 0,3675$

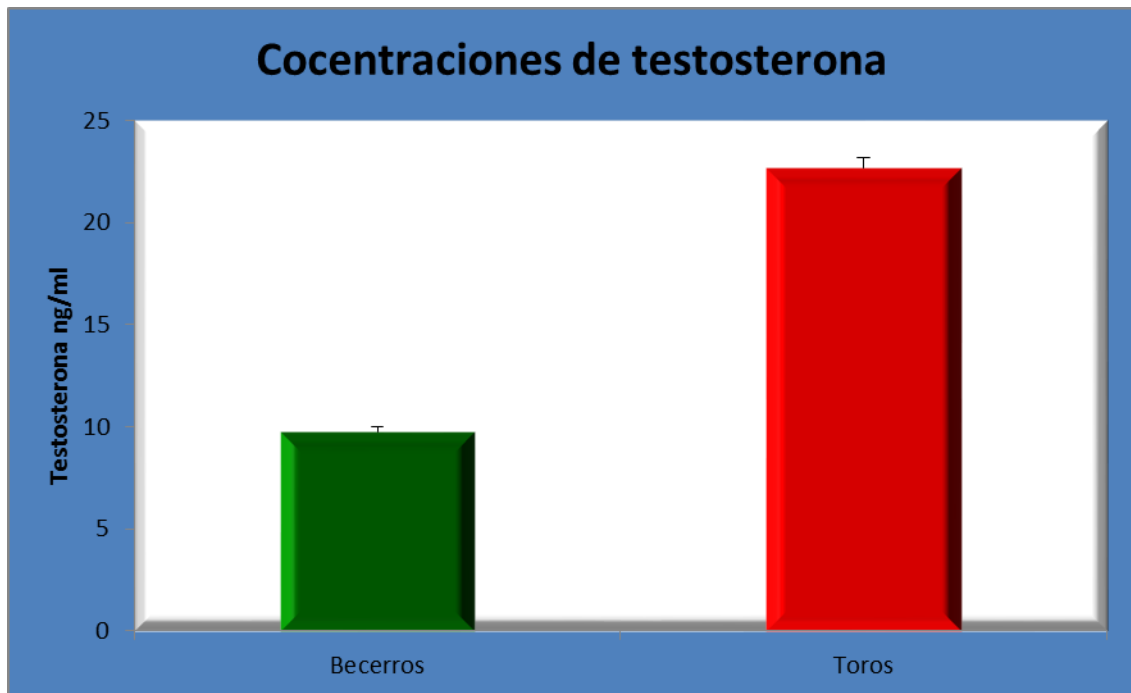
**Figura 49.** Correlación entre la concentración de testosterona sérica analizada en los becerros (herradero) y sus correspondientes notas de agresividad en su posterior lidia ordinaria.

Las notas de comportamiento agresivo esperada y observada para cada animal se deberían haber comparado con el análisis estadístico  $\chi^2$ . Sin embargo, no se pudo realizar este análisis debido a que la población de notas esperadas no presentó variabilidad. Esto está en conformidad con los resultados anteriormente descritos para la testosterona sérica y su relación con el comportamiento agresivo durante la lidia (Figura 50).

Finalmente, se compararon las concentraciones de testosterona en sangre de cada animal en el momento de su herradero y tras su lidia (Tabla 19). Observamos que la concentración de testosterona era significativamente mayor en los toros, después y tras la lidia, que en el momento del herradero ( $p < 0,01$ ).



**Figura 50.** Poblaciones de notas de comportamiento agresivo esperadas y observadas en becerros, en función de la concentración de testosterona sérica.



**Figura 51.** Comparación de las concentraciones de testosterona en sangre de los becerros en el momento de su herradero y tras su lidia (toros).

ACRÓNIMOS

RESUMEN

SUMMARY

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

MATERIAL Y MÉTODOS

RESULTADOS

**DISCUSIÓN**

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



# 1 AGRESIVIDAD EN EL TORO DE LIDIA

Como se ha indicado en la introducción, la agresividad es un término difícil de definir. En el contexto del toro de lidia, hemos considerado como agresiva toda aquella conducta de amenaza, ataque o defensa, que manifiesta el toro a través de respuestas violentas ante el aislamiento, el encierro, el acoso o los estímulos que recibe durante la lidia.

Entre los tipos de agresión definidos por Moyer (1976), durante la lidia de los toros hemos observado al menos agresión inducida por el miedo, agresión territorial y agresión irritable. A pesar de todo, no existen estudios sobre la agresividad que desarrolla el toro durante la lidia. Por el contrario, sí son numerosos los estudios que tratan de caracterizar y evaluar la bravura del toro (Gaudioso *et al.*, 1993; Calvo, 2010).

Sin embargo, aunque en este estudio hemos intentado identificar variables que puedan relacionarse con la manifestación por parte del toro de esta agresividad durante la lidia, no hay que olvidar que, incluso las pautas comportamentales más sencillas, están bajo un complejo control neurohormonal e influidas por más de una sustancia química en compleja interacción mutua (Ramírez, 2006b).

Puesto que uno de nuestros objetivos es estudiar el comportamiento agresivo en el toro de lidia y su relación con las variables neuroendocrinas ya explicadas, se hacía necesaria una cuantificación, lo más objetiva posible, de este comportamiento agresivo durante la lidia.

## 1. A Medida de la agresividad en el toro de lidia.

Aunque existen numerosas escalas que registran la intensidad de la respuesta violenta en humanos (Palmstierna y Wistedt, 1987; Wistedt *et al.*, 1990; Sorgi *et al.*, 1991; Morrison, 1993; Woods y Almvik, 2002), la mayoría de ellas hacen referencia a una agresividad general.

También son frecuentes los estudios que miden los diferentes tipos de agresión en animales de laboratorio. No obstante, la valoración comportamental es complicada al no reflejar una inducción motivacional unitaria y clara, ya que los actos agresivos pueden expresar estímulos muy distintos entre sí (ira, ataque, defensa, depredación,...), desencadenándose ante incitaciones muy diferentes (impulsividad o premeditación) y por factores complejos tanto de modo natural (genética o ambiente peculiares a cada sujeto) como artificial (Ramírez y Andreu, 2006).

En nuestro caso concreto, la lidia del toro es, además, una actividad de características únicas y muy específicas que precisa una caracterización diferente. En este sentido, Gaudioso (Gaudioso *et al.*, 1993) diseñó una tabla para registrar la bravura de los toros durante la lidia.

El factor bravura de un toro es un término difícil a la vez que complejo de definir, de manera objetiva y a menudo, los profesionales del toro de lidia, no coinciden en la evaluación de esa bravura. Por lo tanto y en cuanto que se intenta cuantificar esta característica del toro de lidia, la tabla de Gaudioso es compleja, con numerosos parámetros a tener en cuenta. En el trabajo realizado en nuestro Departamento (Calvo, 2010), queda reflejada esta dificultad para definir el concepto de bravura de manera objetiva, y se muestran las numerosas definiciones que los diferentes estudios han presentado para dicho concepto.

En este trabajo hemos diseñado una tabla alternativa que nos permite centrar la atención de manera sencilla en el comportamiento agresivo del toro, concepto más específico que el de bravura, basándonos en parte en los estudios realizados en el Departamento de Fisiología Animal por Gil-Cabrera, F (2011). De esta forma, la agresividad sería una parte importante del concepto de bravura y en ese sentido se manifestaría como combatividad. Sin embargo, la bravura engloba, entre otros, el concepto de nobleza, antagónica a algunas de las manifestaciones comportamentales que indican que un toro es agresivo, como por ejemplo la irritabilidad. De esta manera, en la caracterización de la agresividad del toro durante la lidia que realizamos en este trabajo, estarían incluidas acciones agresivas que al formar parte de la bravura del animal son deseables y acciones agresivas que al ser antagónicas al concepto de nobleza, no serían deseables.

La tabla de medida de la agresividad en el toro que hemos desarrollado, puede ser completada por cualquier espectador de experiencia media durante la lidia y se basa en la aparición de acciones indicadoras de agresividad en cada una de las partes en que se divide ésta. Para facilitar su uso se ha reducido al máximo el número de estas acciones en las que hay que centrarse (cuatro en cada parte). Así, obtendremos una primera nota del comportamiento agresivo del animal durante su lidia que estaría comprendida entre 1 y 5. En la realización de esta tabla se ha partido del supuesto de que no existe ningún toro de lidia que presente una nota inferior a 1, puesto que su propia idiosincrasia al pertenecer a la raza de lidia le confiere comportamiento agresivo (Gil-Cabrera, 2011).

Esta primera nota está modulada por la puntuación que cada animal obtiene en el apartado de "Impresión general". De igual manera que consideramos que un toro no puede presentar una nota de comportamiento agresivo durante la lidia menor a 1, partimos del hecho de que esta nota

tampoco será superior a 5. Esto es debido a que el apartado de “Impresión general” sirve únicamente para modular la nota y ayudar en la toma de decisiones en los casos en los que el comportamiento del animal no sea claramente agresivo o no agresivo. Además, en la realización de este estudio solo hemos encontrado un animal con nota de agresividad superior a 4,5.

La última parte de la tabla, “Observaciones”, está reservada para reseñar todo tipo de influencia ambiental o externa al animal que se puede observar durante la lidia y que podría estar modificando la manifestación por parte del animal de sus tendencias agresivas. Es decir, un animal que muestre una clara falta de fuerza, probablemente no desarrollará el comportamiento esperado durante la lidia, pudiendo estar éste modificado por reacciones de defensa. Para estos casos el apartado de “Observaciones” modularía la nota final.

En la distribución observada de notas obtenidas durante la lidia por los toros analizados, pudimos observar que la mayoría de los toros presentaron notas entre 3,5 y 4, siendo la nota más frecuente 4 y la media 2,55. Los animales claramente no agresivos (nota=1) representaron el 5,96 % del total analizado, mientras que el menor porcentaje representado correspondió a los toros claramente agresivos (notas entre 4,5 y 5). Esto es un reflejo de la evolución en los criterios de selección que la mayoría de los ganaderos actuales están llevando a cabo con el toro de lidia, en la que favorecen la nobleza (Domecq, 1985).

## **1. B La serotonina es un valor constante a lo largo de la vida del toro de lidia.**

Como hemos señalado en la introducción, se ha demostrado la implicación del neurotransmisor serotonina en procesos de inhibición de la

agresión, de regulación de la temperatura corporal, del humor, del sueño, la sexualidad y el apetito (Ramírez, 2006a).

En los animales, la función serotoninérgica disminuida se ha asociado con agresividad en los roedores (Gibbons *et al.*, 1979). En los primates no humanos, los bajos niveles de los metabolitos de serotonina, como el ácido 5-hidroxiindolacético (5-HIAA) se han relacionado con el aumento de comportamientos impulsivos y agresivos (Asberg *et al.*, 1976; Brown *et al.*, 1982; López-Ibor Jr., 1988, Cleare y Bond, 1997; Higley y Bennett, 1999; Fairbanks *et al.* 2001) y en otros animales (perros) (Cakiroğlu *et al.*, 2007), se considera la serotonina como un inhibidor de la mayoría de las formas de agresión y, predominantemente, de la de carácter impulsivo (explosivo e incontrolable) más que de las agresiones premeditadas (Crockett *et al.*, 2008). De esta forma, el déficit de serotonina más que aumentar la agresión en sí, lo que produciría es un menor control de la impulsividad (Ramírez y Andreu, 2006).

Puesto que estos estudios nos señalaron la serotonina como una posible molécula implicada en el comportamiento agresivo impulsivo del toro de lidia, quisimos comprobar si, entre toros que exhibieron un comportamiento agresivo y no agresivo durante la lidia, existían diferencias en la concentración de serotonina.

En primer lugar, analizamos la concentración de serotonina en sangre de los diferentes grupos estudiados. Como hemos indicado en el apartado de resultados 3.A, esta concentración de serotonina sérica no varía significativamente entre los tres grupos estudiados, aunque sí hemos observado una gran variabilidad intra-grupo.

Este resultado es importante, puesto que indica que la media de la concentración de serotonina sérica en becerros, es la misma que en animales adultos y por lo tanto, podemos afirmar que es una variable constante a lo largo de la vida del animal, y que no varía cuando se mide en distintas situaciones estresantes, coincidiendo con los resultados obtenidos por Gil-Cabrera (2011).

El hecho de que la concentración de serotonina sérica en el becerro sea la misma que tiene cuando varios años después vaya a ser lidiado, nos permitió considerarla una variable candidata y un futuro posible indicador de la tendencia a mostrar un comportamiento agresivo en situaciones de estrés, coincidiendo con trabajos anteriormente publicados en los que los autores observaban únicamente, una disminución moderada del potencial de unión de la serotonina a su transportador con la edad en humanos (Praschak-Rieder *et al.*, 2008).

Además, en este trabajo tuvimos la oportunidad de analizar la concentración sérica de serotonina en los mismos animales, pero en diferentes momentos estresantes de su vida: en el herradero, a los seis u ocho meses de edad y tras su lidia, entre tres y cinco años de edad. No encontramos diferencias significativas entre ambas medidas de serotonina, pudiendo corroborar así que la serotonina es un parámetro constante a lo largo de la vida del animal.

### **1. C La concentración sérica de serotonina está relacionada con el comportamiento agresivo del toro durante la lidia.**

En este estudio hemos comprobado que al igual que se ha descrito para otros modelos animales, una menor concentración de serotonina en suero se correlaciona con comportamientos más agresivos, en este caso concreto,

durante la lidia ordinaria, puesto que la tabla desarrollada en el método observacional directo para registrar comportamientos agresivos está diseñada para este tipo de lidia (Gil-Cabrera, 2011).

Una vez establecida esta correlación entre menor concentración de serotonina sérica y mayor agresividad durante la lidia, estudiamos la distribución de las notas de agresividad. La agrupación de notas de agresividad en la zona media de la escala, dificultó la elección de un punto de corte que simplificara la interpretación de los resultados de comportamiento y que permitiera separar los animales en dos grupos: agresivos y no agresivos. De esta forma, consideramos que un animal era agresivo cuando obtenía notas entre 3 y 5, ambas inclusive (Gil-Cabrera, 2011).

Dentro de la categoría de toros “agresivos” quedaron incluidos aquellos animales que en el desarrollo de la lidia y durante todas sus partes, manifestaron comportamientos claramente agresivos. Dicha agresividad es fácilmente perceptible por las partes implicadas en el festejo (torero, público y ganadero). El resto de los toros quedaron englobados en la categoría de toros “no agresivos”.

Sin embargo, con esta primera clasificación observamos que en el grupo de “no agresivos” quedaban incluidos animales, que si bien no mostraron un comportamiento tan manifiestamente agresivo, sí mostraron cierta combatividad y acometividad, de manera que la percepción externa de peligro durante la lidia era menor (parte de lo que en el argot taurino se denomina nobleza). Este tipo de agresividad no es tan patente para el observador menos entrenado y sin embargo, es un rasgo deseable para el ganadero en su selección y para el torero en el desarrollo de la lidia. De esta manera, dividimos los toros en “combativos” y “no combativos”.

Así tendríamos los toros no agresivos y no combativos, que son aquellos que no muestran ninguna característica agresiva ni de acometividad durante la lidia, exceptuando la agresividad basal de la raza. Los toros agresivos y combativos son aquellos difícilmente manejables y complicados para la realización de una lidia basada en la estética; su lidia se basaría en el sometimiento del animal y existe una gran percepción de peligro. Por último, estarían los toros combativos no agresivos, que son aquellos más deseados por toreros, ganaderos y público, por mostrar acometividad y bravura, pero más manejables, por lo que permitirían hacer una lidia más estética. El hecho de que un toro combativo sea agresivo o no agresivo, dependerá en lo que se refiere a la selección del ganado, de las características que el ganadero elija para su ganadería. En cualquier caso, esta selección no es sencilla y únicamente se observan tendencias comportamentales características de cada ganadería (Gil-Cabrera, 2011).

Como hemos descrito en el apartado de resultados 3.C.2, no existen diferencias significativas en la concentración de serotonina sérica entre los grupos de toros agresivos y no agresivos, ni entre los grupos de toros combativos y no combativos. Sin embargo, las medias indican una clara tendencia a presentar menor concentración de serotonina en los animales agresivos y/o combativos.

Una vez establecida esta clasificación de los toros en base a su comportamiento agresivo durante la lidia, quisimos comprobar si la serotonina era un buen parámetro en el que basarnos para discriminar los toros agresivos de los no agresivos, así como los combativos de los no combativos, y en caso de ser un buen parámetro, establecer un punto de corte para dicha clasificación.

Mediante el estudio estadístico de curvas ROC, comprobamos que la concentración de serotonina sérica era un buen parámetro para establecer dos grupos de toros: agresivos y no agresivos. Esto mismo ocurría a la hora de clasificar los toros en combativos y no combativos.

Sin embargo, como se explica en el apartado de resultados (3.C.2), la serotonina es más eficaz como parámetro discriminatorio en el caso de la clasificación de los toros en combativos y no combativos y por ello decidimos utilizar esta clasificación (Gil-Cabrera, 2011). Pensamos que el hecho de que la serotonina tenga más sensibilidad y especificidad a la hora de detectar un toro no combativo que un toro agresivo, se debe en parte al ambiente que rodea al animal antes y durante la lidia y en el que el toro tiene que manifestar ese comportamiento agresivo. Además, pensamos que, aumentando el número de toros analizados, las diferencias en la concentración de serotonina sérica entre animales con distinto nivel de agresividad, podría alcanzar una significación estadística y por lo tanto, aumentar la sensibilidad y la especificidad en el análisis de curvas ROC.

No es difícil que un toro con una concentración de serotonina sérica por debajo del umbral establecido, y por lo tanto clasificado como agresivo, vea modificado su comportamiento por alguno de los múltiples factores ambientales que le rodean y de esta manera, presentar una menor nota de agresividad en la escala de la que le correspondería. Sin embargo, es más difícil que un toro no agresivo o no combativo manifieste comportamientos extremadamente agresivos antes o durante la lidia debido a los factores ambientales.

Pensamos que basándonos en estos resultados, la serotonina es un buen parámetro para detectar animales con un comportamiento previsiblemente no combativo, hecho que ayudaría a los ganaderos en la labor de selección del ganado.

## 1. D La dopamina es un valor constante a lo largo de la vida del toro de lidia.

El sistema dopaminérgico está implicado en la activación de la conducta, comportamiento motivado, y procesamiento de la recompensa (Everitt y Robbins, 2000 ; Ikemoto y Panksepp, 1999). También juega un papel activo en la modulación de los comportamientos agresivos. En estudios con animales, la hiperactividad en el sistema de la dopamina se asocia con un aumento en la agresión impulsiva (Harrison *et al.*, 1997). Los estudios sobre los comportamientos agresivos en roedores mostraron que los niveles elevados de dopamina se observaron antes, durante, y después de las peleas agresivas (Hadfield, 1983; Miczek *et al.*, 1994; Tidey y Miczek, 1996). En los seres humanos, el sistema dopaminérgico se ha relacionado con el reconocimiento y la experiencia de la agresión. Hay evidencias de que el comportamiento impulsivo puede ser mejorado por un aumento en la función dopaminérgica (Bergh, *et al.*, 1993; Brunner y Hen, 1997).

Se ha demostrado que los niveles de dopamina, farmacológicamente manipulados, pueden aumentar o reducir el comportamiento agresivo. El nivel de la amfetamina se ha relacionado con el nivel de la conducta social agresiva (Hodge y Butcher, 1975 ; Miczek y Yoshimura 1982 ; Miczek y Haney 1994). La administración de apomorfina en ratas aumenta las luchas entre ellas (Ossowska *et al.*, 1996). Además, los agentes antipsicóticos dirigidos a los receptores D 2 de dopamina reducen los niveles de ira en pacientes agresivos (Brizer, 1988). También se ha descrito que la administración de dopamina parece ser eficaz en el tratamiento de la agresión impulsiva. En general, los datos de estos estudios sugieren que el sistema dopaminérgico está implicado en el comportamiento agresivo (Soe y Kennealy, 2008).

De los resultados obtenidos de las concentraciones séricas de dopamina, podemos observar que esta no varía significativamente entre los tres grupos estudiados, aunque sí hemos observado una gran variabilidad intra-grupo, al igual que ocurría con los resultados obtenidos en la serotonina. Este resultado es importante, puesto que indica que la media de la concentración de dopamina sérica en becerros, es la misma que en animales adultos y, por lo tanto, podemos afirmar que es una variable constante a lo largo de la vida del animal, coincidiendo con trabajos anteriormente publicados en la especie humana, en los que los autores observaban que, con la edad, únicamente se produce una disminución moderada del potencial de unión de la dopamina a su transportador (Praschak-Rieder *et al.*, 2008).

## **1. E La concentración sérica de dopamina está relacionada con el comportamiento agresivo del toro durante la lidia.**

En este estudio hemos comprobado que al igual que se ha descrito para otros modelos animales y, ya descrito anteriormente para el toro de lidia, en el apartado de resultados, una menor concentración de dopamina en suero se correlaciona con comportamientos más agresivos. Una vez establecida esta correlación entre menor concentración de dopamina sérica y mayor agresividad durante la lidia, estudiamos la distribución de las notas de agresividad. La agrupación de notas de agresividad en la zona media de la escala, dificultó la elección de un punto de corte que simplificara la interpretación de los resultados de comportamiento y que permitiera separar los animales en dos grupos: agresivos y no agresivos. De esta forma, consideramos que un animal era agresivo cuando obtenía notas entre 3 y 5, ambas inclusive.

Dentro de la categoría de toros “agresivos” quedaron incluidos aquellos animales que, en el desarrollo de la lidia y durante todos sus tercios manifestaron comportamientos claramente agresivos. Dicha agresividad es

fácilmente perceptible por las partes implicadas en el festejo (torero, público y ganadero). El resto de los toros quedaron englobados en la categoría de toros “no agresivos”.

Sin embargo, y tal y como hemos señalado en el capítulo correspondiente a la serotonina, con esta primera clasificación nos percatamos de que en el grupo de “no agresivos” quedaban incluidos animales que, si bien no mostraron un comportamiento tan manifiestamente agresivo, sí mostraron cierta combatividad y acometividad, de manera que la percepción externa de peligro durante la lidia era menor (parte de lo que en el argot taurino se denomina nobleza). Este tipo de agresividad no es tan patente para el observador menos entrenado y sin embargo, es un rasgo deseable para el ganadero en su selección y para el torero en el desarrollo de la lidia. De esta manera, dividimos los toros en “combativos” y “no combativos”.

Así tendríamos los toros no agresivos y no combativos, que son aquellos que no muestran ninguna característica agresiva ni de acometividad durante la lidia, exceptuando la agresividad basal de la raza. Los toros agresivos y combativos son aquellos difícilmente manejables y complicados para la realización de una lidia basada en la estética; su lidia se basaría en el sometimiento del animal y existe una gran percepción de peligro. Por último, estarían los toros combativos no agresivos, que son aquellos más deseados por toreros, ganaderos y público, por mostrar acometividad y bravura, pero más manejables, y que permitirían hacer una lidia más estética. El hecho de que un toro combativo sea agresivo o no agresivo dependerá, en lo que se refiere a la selección del ganado, de las características que el ganadero elija para su ganadería. En cualquier caso, esta selección no es sencilla y únicamente se observan tendencias comportamentales características de cada ganadería. En el caso de la dopamina, se puede realizar la misma clasificación de los toros agresivos y no agresivos y combativos y no combativos, ya explicada para la serotonina.

Como hemos descrito en el apartado de resultados 4.C.2, no existen diferencias significativas en la concentración de dopamina sérica entre los grupos de toros agresivos y no agresivos, ni entre los grupos de toros combativos y no combativos. Sin embargo, las medias indican una clara tendencia a presentar menor concentración de dopamina en los animales agresivos y/o combativos.

Una vez establecida esta clasificación de los toros en base a su comportamiento agresivo durante la lidia, quisimos comprobar si la dopamina era un buen parámetro en el que basarnos para discriminar los toros agresivos de los no agresivos, así como los combativos de los no combativos, y en caso de ser un buen parámetro, establecer un punto de corte para dicha clasificación.

Mediante el estudio estadístico de curvas ROC, comprobamos que la concentración de dopamina sérica era un buen parámetro para establecer dos grupos de toros: agresivos y no agresivos. Esto mismo ocurría a la hora de clasificar los toros en combativos y no combativos.

Sin embargo, como se explica en el apartado de resultados (4.C.2), la dopamina es más eficaz como parámetro discriminatorio en el caso de la clasificación de los toros en combativos y no combativos y, por ello, decidimos utilizar esta clasificación. Pensamos que el hecho de que la dopamina tenga más sensibilidad y especificidad a la hora de detectar un toro no combativo que un toro agresivo, se debe en parte al ambiente que rodea al animal antes y durante la lidia y en el que el toro tiene que manifestar ese comportamiento agresivo. Además, pensamos que aumentando el número de toros analizados, las diferencias en la concentración de dopamina sérica entre animales con distinto nivel de agresividad, podría alcanzar una significación estadística y, por

lo tanto, aumentar la sensibilidad y la especificidad en el análisis de curvas ROC.

Al igual que sucede en el caso de la serotonina, no es difícil que un toro con una concentración de dopamina sérica por debajo del umbral establecido, y por lo tanto clasificado como agresivo, vea modificado su comportamiento por alguno de los múltiples factores ambientales que le rodean y de esta manera, presentar una menor nota de agresividad en la escala de la que le correspondería. Sin embargo, es más difícil que un toro no agresivo o no combativo manifieste comportamientos extremadamente agresivos antes o durante la lidia debido a los factores ambientales.

Pensamos que basándonos en estos resultados, la dopamina es un buen parámetro para detectar animales con un comportamiento previsiblemente no combativo, hecho que ayudaría a los ganaderos en la labor de selección del ganado.

## **1.F Interacción entre serotonina y dopamina en el comportamiento agresivo del toro de lidia.**

El sistema serotoninérgico tiene fuertes interacciones anatómicas y funcionales con el sistema dopaminérgico (Kapur y Remington, 1996). Más específicamente, se ha propuesto una interacción recíproca entre estos dos sistemas (Daw *et al.*, 2002. ; Wong *et al.*, 1995). Comportamientos relacionados con embestida y retirada se cree que están determinados por el equilibrio entre la dopamina y la actividad de la serotonina (Deakin y Graeff, 1991), la dopamina aumenta comportamientos combativos (Ikemoto y Panksepp, 1999) y la serotonina comportamientos más agresivos y la retirada de ambas, provocan comportamientos agresivos no controlables (Daw *et al.*, 2002).

Las interacciones entre los sistemas serotoninérgicos y dopaminérgicos han sido descritas en estudios anatómicos y farmacológicos. Los cuerpos de las células neuronales de dopamina son modulados por la serotonina y reciben proyecciones de neuronas de serotonina (Kapur y Remington, 1996). Estas fuertes conexiones neuronales, promueven la modulación funcional de 5-HT sobre las actividades de sistema dopaminérgico en la red neuronal (Kelland y Chiodo, 1996). Por ejemplo, las investigaciones han demostrado que los receptores 5 HT2 inhiben la actividad del sistema dopaminérgico, mientras que los antagonistas de los receptores 5 HT2 contrarrestan la inhibición de la actividad de sistema dopaminérgico (Shi *et al.*, 1995 ; Sorensen *et al.*, 1993). Además, la administración del antagonista de 5-HT<sub>2C</sub> SB242, 084 da como resultado el aumento de los niveles de dopamina en la corteza frontal de ratas, lo que indica un efecto inhibitor del sistema serotoninérgico en la actividad de la dopamina (Millan *et al.*, 1998).

Las interacciones de este tipo entre los sistemas de dopamina y serotonina, proporcionan un marco para la comprensión de los mecanismos subyacentes a la agresión impulsiva. Teniendo en cuenta la regulación funcional de la serotonina sobre el sistema de la dopamina, una deficiente función serotoninérgica, puede dar lugar a una hiperactividad del sistema de la dopamina, y la aparición de comportamientos agresivos impulsivos. En apoyo de esto, los niveles de serotonina en ratas disminuyeron el 80% de nivel basal durante y después de las peleas, mientras que los niveles de dopamina aumentaron un 120% después de las peleas (Van Erp y Miczek, 2000). Esta asociación inversa entre los niveles de dopamina y serotonina durante la agresión, se repitió en estudios posteriores (Ferrari *et al.*, 2003). Estos resultados sugieren que la disminución de la actividad serotoninérgica en el contexto de la conducta agresiva, está estrechamente asociada con el aumento de actividad de la dopamina. De acuerdo con esta investigación, la dopamina activa la impulsividad en las ratas que se incrementó por el agotamiento de la

serotonina o la eliminación del gen receptor de la serotonina-1B (Harrison *et al.* 1997 ; Swann, 2003). En los seres humanos, los bajos niveles de 5-HIAA y altos niveles de ácido homovanílico, uno de los metabolitos de dopamina (HVA), en el LCR se han asociado con altas puntuaciones en los elementos interpersonales y conductuales de la psicopatía (Soderstrom, Blennow , Manhem, y Forsman, 2001). Este resultado se repitió de forma independiente en una muestra de delincuentes violentos y sexuales que exhiben rasgos psicopáticos (Soderstrom, Blennow, Sjodin, y Forsman, 2003).

Aunque la relación entre la serotonina y la hipofunción agresión impulsiva, es un hallazgo consistente en neurociencia clínica, sólo unos pocos estudios han examinado la interacción entre los sistemas serotoninérgicos y dopaminérgicos en individuos con agresión impulsiva. En base a esta fuerte asociación entre la hipofunción serotoninérgica y la agresión impulsiva que, tiene una base genética, la función deficiente de serotonina puede ser un marcador neuroquímico de la agresión impulsiva. En relación con esto, la hiperactividad dopaminérgica puede ejercer un efecto aditivo sobre la propensión a la conducta agresiva, es decir, secundaria a la disfunción serotoninérgica. Dado que el sistema serotoninérgico modula la actividad dopaminérgica, la hiperactividad en el sistema de la dopamina en los individuos agresivos, se puede atribuir a la desinhibición de la actividad de la dopamina de la función serotoninérgica deficiente. Para comprender mejor las bases neurobiológicas de la agresividad impulsiva, la investigación futura debe investigar la naturaleza de las interacciones entre la serotonina y el sistema de la dopamina en los individuos que exhiben la agresión impulsiva.

Pensamos que, basándonos en estos resultados, la medición de las concentraciones de serotonina y dopamina puede ser un buen parámetro para detectar animales con un comportamiento previsiblemente no combativo, hecho que ayudaría a los ganaderos en la labor de selección del ganado bravo para la lidia.

## **1. G La testosterona varía con la edad y la realización de ejercicio físico en el toro de lidia.**

La testosterona es un andrógeno que modula la conducta sexual y agresiva, incrementando la probabilidad de que ocurran respuestas conductuales agresivas en presencia de estímulos específicos (Christiansen, 2001).

Está descrito que la concentración de testosterona varía a lo largo de la vida de un animal, concretamente en la etapa de maduración sexual. Este es un factor importante a tener en cuenta en nuestro estudio, puesto que en el momento de la toma de muestras de los becerros en el herradero, el animal aún no es maduro sexualmente; sin embargo, cuando recogemos muestras tras la lidia, el toro ya ha alcanzado la madurez sexual.

Esto coincide con los resultados que hemos obtenido en los que los toros adultos lidiados en lidia ordinaria, presentaron concentraciones de testosterona en sangre significativamente mayores que los becerros varios años después del herradero, tras su lidia.

Sin embargo, la concentración de testosterona sérica en el grupo control, maduro sexualmente, es significativamente menor que la de los dos grupos problema. Esto puede deberse al estrés al que se ven sometidos los becerros antes y durante el herradero (Gil-Cabrera, 2011).

Otro factor importante que explica el aumento en la concentración de testosterona en sangre en los animales lidiados respecto de los animales control, es el ejercicio físico que realizan los primeros (Esteban, 2003).

## **1. H La testosterona en el toro de lidia no correlaciona con la manifestación de agresividad durante la lidia.**

Al igual que se ha descrito en trabajos anteriores, nuestros resultados indican una clara tendencia en los animales con mayor concentración de testosterona a mostrar comportamientos más agresivos (Christiansen, 2001, Gil-Cabrera, 2011) durante la lidia; sin embargo, esta correlación no es estadísticamente significativa.

Como hemos indicado en el apartado anterior, la testosterona es una hormona que varía con la intensidad del ejercicio físico realizado por el toro durante la lidia (Esteban, 2003) y por lo tanto, pensamos que esta es una de las razones que pueden influir en esta menor correlación de la concentración de testosterona y comportamiento agresivo y complicar la interpretación de los resultados obtenidos. Respecto a este punto, una posible modificación que se puede hacer en el diseño experimental es recoger la muestra de sangre justo antes del inicio del festejo para así poder medir la concentración de testosterona en los animales en una situación basal respecto al ejercicio físico realizado.

A pesar de que la testosterona sérica no correlaciona tan bien como la serotonina y con la dopamina con el comportamiento agresivo desarrollado por el toro durante la lidia, comprobamos si era posible utilizar la testosterona como indicador de este comportamiento.

Como explicamos en el apartado de esta discusión 5.C, se clasificaron los toros en base a su comportamiento agresivo durante la lidia en toros agresivos y no agresivos por un lado, y no combativos y combativos, por otro lado.

Mediante el estudio estadístico de curvas ROC, comprobamos que la concentración de testosterona sérica no era un buen parámetro para discriminar entre los toros según su comportamiento en ninguna de las dos clasificaciones indicadas anteriormente. El área bajo la curva se alejaba significativamente de 1, tanto en el caso de los toros divididos en agresivos y no agresivos como los clasificados en combativos y no combativos. Por esta razón, no fue posible encontrar un punto de corte en la concentración de testosterona que nos permitiera clasificar los toros con un buen valor de sensibilidad y especificidad, coincidiendo estos resultados con los obtenidos por Gil-Cabrera (2001).

Por lo tanto, basándonos en estos resultados, no proponemos la testosterona como un parámetro adecuado para detectar tendencias a manifestar comportamientos más o menos agresivos en los toros durante su lidia. Sin embargo, se puede utilizar la concentración de testosterona sérica como un parámetro indicador de la adaptación al ejercicio físico (Esteban, 2003).

## **1.1 Encastes y agresividad**

Debido a que la selección del toro de lidia en cada ganadería se lleva a cabo atendiendo a los distintos criterios de cada ganadero, quisimos estudiar la tendencia a manifestar comportamientos agresivos no sólo a nivel poblacional general sino considerando por separado los distintos encastes a los que pertenecen las ganaderías estudiadas.

Está descrito que existen encastes que tradicionalmente presentan comportamientos más manejables o más agresivos, dependiendo de los criterios de selección ganadera (Rodríguez Montesinos, 2002). Aunque todos los ganaderos comparten la búsqueda del toro bravo, algunos ponen más esfuerzo en conseguir un toro más “toreable”, como define Juan Pedro Domecq (Domecq, 1985); otros ponen el acento en conseguir un toro más “fiero”.

Cuando analizamos la concentración de serotonina sérica de los toros lidiados según su encaste, encontramos que existían diferencias estadísticamente significativas entre alguno de ellos (Resultados, apartado 3.B). Entre los encastes que menor concentración de serotonina en sangre presentaban están Urcola, Vega-Villar, Albaserrada, coincidiendo con los encastes que históricamente han presentado y presentan en la actualidad un comportamiento más agresivo durante la lidia y que son los denominados encastes “duros”.

Por otro lado, encontramos que los encastes con mayor concentración de serotonina en sangre son aquellos que tradicionalmente se han considerado encastes “más toreables”, como Murube, Domecq y Núñez (Gil-Cabrera, 2011).

De esta forma pudimos comprobar una vez más que la concentración de serotonina y dopamina sérica correlaciona bien con los niveles de agresividad manifestados por los toros durante la lidia.

Los mismos resultados, anteriormente, aparecen cuando analizamos la dopamina de forma inversa así los encastes con menor concentración en de dopamina en sangre son aquellos que tradicionalmente se han considerado encastes “más toreables”, como Murube, Domecq y Núñez. Y los encastes con mayor concentración sérica de dopamina son Urcola, Vega-Villar, Albaserrada.

Cuando analizamos por encastes la concentración de testosterona en sangre, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre encastes, reafirmandonos en los resultados explicados previamente en los que la testosterona no parecía ser un buen indicador de la tendencia a manifestar comportamientos agresivos durante la lidia. Por otra parte, esta falta de significación estadística en la concentración sérica de testosterona entre los animales de distintos encastes, se debe en parte a la variabilidad en dichas concentraciones dentro de un mismo encaste. En este sentido, podemos destacar por ejemplo el caso de Murube, que un mayor ejercicio físico de los distintos animales pertenecientes a este encaste, podría ser el responsable de que este encaste sea uno de los que mayores concentraciones de testosterona presente.

## **2 SEGUIMIENTO DE LOS BECERROS HASTA SU LIDIA**

Como hemos establecido en el apartado anterior, la serotonina sérica de un toro está relacionada con la manifestación de acciones comportamentales agresivas durante su lidia posterior.

En este trabajo hemos tenido la oportunidad de realizar un seguimiento de los becerros analizados desde el momento de su herradero (6-8 meses de edad) hasta el momento de su lidia, varios años después. Queremos destacar la importancia de estos resultados debido a que no todos los animales que se hierran llegan a lidiarse. Desde el momento del herradero hasta el momento en el que el animal podría lidiarse transcurren varios años, por lo que algunos de estos animales mueren, otros enferman, otros son destinados a festejos populares en las calles y otros, como ha ocurrido en uno de los animales de este estudio, una vez que ha llegado a la plaza para ser lidiado cuatro años después, es devuelto a los corrales pocos minutos después de salir al ruedo, siendo imposible registrar su comportamiento.

Por esta razón, no fue posible recoger muestras de sangre ni valorar el comportamiento de los 284 becerros herrados y se ha realizado el seguimiento de 130 toros cuyas variables neuroendocrinas habían sido analizadas cuando eran becerros. Pensamos que es un número suficientemente elevado para realizar este análisis, considerando las particularidades del toro de lidia.

Este seguimiento de los becerros hasta el momento de su lidia, nos ha servido para corroborar los resultados obtenidos en la primera parte del trabajo.

Una vez que establecimos las concentraciones de serotonina y dopamina séricas como variables indicadoras de la tendencia a manifestar comportamientos agresivos durante la lidia y una vez obtenida la rectas que correlacionan ambas variables, interpolamos en estas rectas la concentración de serotonina y dopamina séricas de los becerros en el momento del herradero. Esta interpolación nos dio una nota de comportamiento agresivo esperada para cada becerro.

Al comparar esta nota esperada con la nota que registramos en la lidia de estos animales 3, 4 o 5 años después, comprobamos que no existían diferencias estadísticamente significativas entre ellas, lo que confirmaba la validez de la concentración de serotonina sérica como variable indicadora de la tendencia a manifestar comportamientos agresivos durante la lidia.

Queremos destacar la importancia que estos resultados pueden tener como herramienta accesoria que permita orientar en la selección del ganado de lidia, tanto para la selección del ganado a lidiar como de los elegidos para reproducción, siendo de utilidad en la detección de aquellos animales que por presentar concentraciones de serotonina séricas por encima del umbral establecido por debajo del umbral en el caso de la dopamina, y tengan una tendencia a manifestar comportamientos no agresivos y no combativos. No obstante, queremos recalcar que las concentraciones de serotonina y dopamina séricas establecidas como umbral en este trabajo, pueden ser modificadas dependiendo del interés específico de cada proceso de selección. De esta manera, se puede modificar el umbral para aumentar la especificidad o la sensibilidad, según interese más la correcta clasificación de un animal en un determinado grupo o la detección del mayor número posible de animales que presenten el comportamiento deseado.

Pensamos que la concentraciones de serotonina y dopamina séricas no serían una herramienta tan útil en la detección de toros con tendencia a

manifestar acciones comportamentales agresivas durante la lidia y esto sería debido a la mayor influencia que determinados factores ambientales pueden ejercer sobre cada animal. Factores intrínsecos, como la fatiga, mayor o menor resistencia al ejercicio físico, enfermedades, alimentación, etc., y factores extrínsecos como transporte, lidia, meteorología, etc., afectarían más a aquellos animales con una tendencia a ser más agresivos, de manera que no lleguen a manifestar esa tendencia; sin embargo, animales que no tengan esa predisposición a ser agresivos, no es probable que lo sean, independientemente de los factores arriba descritos.

ACRÓNIMOS

RESUMEN

SUMMARY

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

MATERIAL Y MÉTODOS

RESULTADOS

DISCUSIÓN

**CONCLUSIONES**

BIBLIOGRAFÍA



1. La concentración sérica de serotonina es un buen indicador de la tendencia del toro a manifestar un comportamiento agresivo durante la lidia. La serotonina sérica es una variable orientativa que puede utilizarse en la selección del ganado de lidia, y es de gran utilidad en la identificación de aquellos animales con una predisposición a no ser combativos.
2. La concentración sérica de serotonina en los animales pertenecientes a los distintos encastes estudiados está relacionada con el grado de agresividad desarrollado durante la lidia y, a su vez, con los criterios de selección de cada ganadería dentro de su encaste.
3. La concentración sérica de dopamina es un buen indicador de la tendencia del toro a manifestar un comportamiento agresivo durante la lidia.
4. La concentración sérica de testosterona está aumentada en los toros de los grupos de lidia ordinaria y becerros, respecto al grupo control. La testosterona aumenta con la edad y con el esfuerzo físico en el toro de lidia.
5. La concentración sérica de testosterona no es un buen indicador del grado de agresividad manifestado por el toro durante la lidia.
6. La concentración sérica de serotonina y dopamina medida en becerros durante su herradero nos permitió asignar una nota de comportamiento esperada a cada animal que fue confirmada años después durante su lidia. El comportamiento esperado se ajustó más al observado en el caso de animales poco combativos, y estas diferencias estarían moduladas por los distintos factores ambientales.



ACRÓNIMOS

RESUMEN

SUMMARY

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

MATERIAL Y MÉTODOS

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

**BIBLIOGRAFÍA**



Albert, D.J., E.M. Dyson and M.L. Walsh (1987). Competitive behavior in male rats: aggression and success enhanced by medial hypothalamic lesions as well as by testosterone implants. *Physiology & Behavior*, 40: 695-701.

Allen, L.S. and R.A. Gorski (1992). Sexual orientation and the size of the anterior commissure in the human brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 89: 7199-7202.

Amen, D.G., M. Stubblefield, B. Carmicheal and R. Thisted (1996). Brain SPECT findings and aggressiveness. *Annals of Clinical Psychiatry*, 8: 129-137.

Asberg, M., L. Träskman and P. Thorén (1976). 5-HIAA in the cerebrospinal fluid. A biochemical suicide predictor? *Archives of General Psychiatry*, 33: 1193-1197.

Barfield, R.J. (1984). Reproductive hormones and aggressive behavior. *Progress in Clinical Biological Research*, 169: 105-134.

Berg C, T. Eklund, P. Sondersten and C. Nordin. (1993). Altered dopamine function in pathological gambling. *Neuropsychobiology*, 28: 30-6.

Brizer DA (1988). Psychopharmacology and the management of violent patients. *Psychiatric Clinics of North America* 11: 551-558

Best, M., J.M. Williams and E.F. Coccaro (2002). Evidence for a dysfunctional prefrontal circuit in patients with an impulsive aggressive disorder. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99: 8448-8453.

Birger, M., M. Swartz, D. Cohen, A.. Alesh, C. Grishpan and M. Kotelr (2003). Aggression: the testosterone-serotonin link. *The Israel Medical Association Journal*, 5: 653-658.

Böhnke, R., K. Bertsch, M.R. Kruk and E. Naumann (2010). The relationship between basal and acute HPA axis activity and aggressive behavior in adults. *Journal of Neural Transmission*, 117: 629-637.

Brain, P.F. (1979). Effects of the hormones of the pituitary-gonadal axis on behavior. En: Brown K, Cooper SJ editors. Chemical influence on behavior. New York: Academic Press: 255-329.

Brower, M.C. and B.H. Price (2001). Neuropsychiatry of frontal lobe dysfunction in violent and criminal behaviour: a critical review. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 71: 720-726.

Brown, G.L., M.H. Ebert, P.F. Goyer, D.C. Jimerson, W.J. Klein, W.E. Bunney, and F.K. Goodwin (1982). Aggression, suicide, and serotonin: relationships to CSF amine metabolites. *The American Journal of Psychiatry*, 139: 741-746.

- Bruner D. and R. Hen (1997). Insights into the neurobiology of impulsive behavior from serotonin receptor Knockout mice. *Abdominal Aortic Aneurysm: Genetics, Pathophysiology and Molecular*. 836: 81-105
- Calvo Sáez, L.A. (2010). Determinación evolutiva hasta el siglo XXI de los caracteres morfo-etológicos del *Bos taurus braquíceros*, subespecie *lidia*. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid.
- Cakiroğlu, D., C. Meral, A. A. Sancak and G. Cifti (2007). Relationship between the serum concentrations of serotonin and lipids and aggression in dogs. *The Veterinary Record*, 161: 59-61.
- Carrasco, J.L. y J. Sáiz (1998). Biología de las conductas violentas. *Monografías de psiquiatría*, 1: 2-4.
- Chalmers, D.T., J.F. López, D.M. Vázquez, H. Akil and S.J. Watson (1994). Regulation of hippocampal 5-HT 1A receptor gene expression by dexamethasone. *Neuropsychopharmacology*, 10: 215-222.
- Cheu, J.W. and A. Siegel (1998). GABA receptor mediated suppression of defensive rage behavior elicited from the medial hypothalamus of the cat: role of the lateral hypothalamus. *Brain Research*, 783: 293-304.
- Christiansen, K. (2001). Behavioural effects of androgen in men and women. *Journal of Endocrinology*, 170: 39-48.

Christie, M.H. and R.J. Barfield (1973). Restoration of social aggression by androgen implanted into the brain of castrated male rats. *American Zoologist*, 13: 1267-1272.

Cleare, A.J. and A.J. Bond (1997). Does central serotonergic function correlate inversely with aggression? A study using D-fenfluramine in healthy subjects. *Psychiatry Research*, 69: 89-95.

Coccaro, E.F. (1989). Central serotonin and impulsive aggression. *British Journal of Psychiatry*, 155: 52-62.

Coccaro, E.F., P.D. Harvey, E. Kupsaw-Lawrence, J.L. Herbert and D.P. Bernstein (1991). Development of neuropharmacologically based behavioral assessments of impulsive aggressive behavior. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 3: 44-51.

Coccaro, E.F. (1992). Impulsive aggression and central serotonergic system function in humans: an example of a dimensional brain-behavior relationship. *International Clinical Psychopharmacology*, 7: 3-12.

Coccaro, E.F., R. Lee and M. McCloskey (2003). Norepinephrine function in personality disorder: plasma free MHPG correlates inversely with life history of aggression. *CNS Spectrums*, 8: 731-736.

Comings, D.E., J.P. Johnson, N.S. Gonzalez, M. Huss, G. Saucier, M. McGue and J. Macmurray (2000). Association between the adrenergic alpha 2A receptor gene (ADRA2A) and measures of irritability, hostility, impulsivity and memory in normal subjects. *Psychiatric Genetics*, 10: 39-42.

Cossio, J.M. (2007). Los Toros. Tratado técnico e histórico. Ed. Espasa Calpe S.A. Madrid. Tomos I-IX.

Crockett M.J., L. Clark, G. Tabibnia, M.D. Lieberman and T.W. Robbins (2008). Serotonin modulates behavioral reactions to unfairness. *Science*, 27: 1739.

Davidson, R.J., K.M. Putnam and C.L. Larson (2000). Dysfunction in the neural circuitry of emotion regulation--a possible prelude to violence. *Science*, 289: 591-594.

Daw N.D., S. Kakade and P. Dayan (2002). Opponent interactions between serotonin and dopamine. *Neural Network*. 15: 603-16.

Deakin J.F.W. and F.G. Graeff (1991). 5-HT and mechanism of defence. *Journal of Psychopharmacology*. 5:305-354.

.

Dixon, A.F. (1980). Androgens and aggressive behaviour in primates: a review. *Aggressive Behavior*, 6: 37-67.

Domecq, A. (1985). El toro bravo. Ed. Espasa Calpe S.A. Madrid.

Eichelman, B. (1983). The limbic system and aggression in humans. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 7: 391-394.

Emerson, A.J., D.P. Kappenman, P.J. Ronan, K.J. Renneth and C.H. Summers (2000). Stress induces rapid changes in serotonergic activity: restraint and exertion. *Behavioural Brain Research*, 111: 83-92.

Esteban, R. (2003). Influencia de la lidia sobre los perfiles hormonales plasmáticos en el ganado bravo. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria de Madrid. Universidad Complutense de Madrid.

Everit B.J. and T.W. Robbins (2000). Second order schedules of drug reinforcement in rats and monkeys: measurement of reinforcing efficacy and drug-seeking behavior. *Psychopharmacology (Berl)*. 153: 12-30

Feldman, S., M.E. Newman and J. Weidenfeld (2000). Effects of adrenergic and serotonergic agonists in the amygdala on the hypothalamo-pituitary-adrenocortical axis. *Brain Research Bulletin*, 52: 531-536.

Ferrari PF, A. M. van Erp, W. Tornatzky and K.A. Miczek (2003). Accumbal dopamine and serotonin in anticipation of the next aggressive episode in rats. *European Journal of Neuroscience*. 17: 371-378

Ferris, C.F. (1996). Serotonin diminishes aggression by suppressing the activity of the vasopressin system. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 794: 98-103.

Floody, O.R. and D.W. Pfaff (1974). Steroid hormones and aggressive behavior: approaches to the study of hormone-sensitive brain mechanisms for behavior. *Research Publications-Association for Research in Nervous and Mental Disease*, 52: 149-185.

- Forster, G.L., R.B. Pringle, N.J. Mouw, S.M. Vuong, M.J. Watt, A.R. Burke, C.A. Lowry, C.H. Summers and K.J. Renner (2008). Corticotropin-releasing factor in the dorsal raphe nucleus increases medial prefrontal cortical serotonin via type 2 receptors and median raphe nucleus activity. *The European Journal of Neuroscience*, 28: 299-310.
- Fudge, J.L. and S.N. Haber (2000). The central nucleus of the amygdala projection to dopamine subpopulations in primates. *Neuroscience*, 97: 479-494.
- Fuller, R.W. (1990). Serotonin receptors and neuroendocrine responses. *Neuropsychopharmacology*, 3: 495-502.
- Fuller, R.W. (1992). The involvement of serotonin in regulation of pituitary-adrenocortical function. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 13: 250-270.
- Gaudioso, V. R. and J. M. Sánchez (1987). Influence de la surface par animal sur le comportement agonistique des taureaux. *Biology of Behaviour*, 12: 239-244.
- Gaudioso, V.R., J.M. Sánchez y J.A. Riol (1993). Metodología de valoración de la aptitud productiva de lidia. Memoria del I Simposium Nacional del Toro de Lidia. Zafra (Badajoz): 139-149.
- Gil-Cabrera, F. (2011). Variables neuroendocrinas y su relación con el comportamiento durante la lidia en el toro bravo (*Bos taurus*, L.). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

- Gorski, R.A. (1991). Sexual differentiation on the endocrine brain and its control. En: Motta M. editor. Brain endocrinology. New York: Raven Press: 71-104.
- Grafman, J., K. Schwab, D. Warden, A. Pridgen, H.R. Brown and A.M. Salazar (1996). Frontal lobe injuries, violence, and aggression: a report of the Vietnam Head Injury Study. *Neurology*, 46: 1231-1238.
- Grossman, S.P. (1972). The ventromedial hypothalamus and aggressive behaviors. *Physiology & Behavior*, 9: 721-725.
- Haber S.N. and J.L. Fudge (1997). The primate substantia nigra and VTA: integrative circuitry and function. *Critical Reviews in Neurobiology*, 11: 323-342.
- Hadfield M.G. (1983). Dopamine: mesocortical versus nigrostriatal uptake in isolated fighting mice and controls. *Behavioral Brain Research* 7: 269-281.
- Hadley, M.E. (1997). Las catecolaminas y el sistema simpaticoadrenal En: Endocrinología. Prentice Hall. International (UK) Ltd. Capítulo 14: 367-394.
- Haller, J. (1995). Alpha-2 adrenoceptor blockade and the response to intruder aggression in Long-Evans rats. *Physiology & Behavior*, 58: 101-106.

- Harrison A.A., B.J. Everitt and T.W. Robbins (1997). Central 5-HT depletion enhances impulsive responding without affecting the accuracy of attentional performance: interactions with dopaminergic mechanisms. *Psychopharmacology (Berl)*. 133: 329-342.
- Herman, J.P. and W.E. Cullinan (1997). Neurocircuitry of stress: central control of the hypothalamo-pituitary-adrenocortical axis. *Trends in Neurosciences*, 20: 78-84.
- Higley, J.D., P.T. Mehlman, R.E. Poland, D.M. Taub, J. Vickers, S.J. Suomi, and M. Linnoila (1996). CSF testosterone and 5-HIAA correlate with different types of aggressive behaviors. *Biological Psychiatry*, 40: 1067-1082.
- Hodge G.K. and L.L. Butcher (1975). Catecholamine correlates of isolation-induced aggression in mice. *European Journal of Pharmacology*. 31: 81-93.
- Huertas, D., J.J. López-Ibor y M. Crespo (2005). Neurobiología de la agresividad humana. Editorial ARS Médica.
- Ikemoto S and J. Panksepp J. (1999). The role of nucleus accumbens dopamine in motivated behavior: a unifying interpretation with special reference to reward-seeking. *Brain Research Reviews*. 31:6–41.
- Illera, J.C., G. Silván y M. Illera (1992). Obtención de anticuerpos frente a esteroides para estudios inmunológicos. *Anales de la Real Academia de Farmacia*, 58: 475-482.

Illera, J.C., G. Silván, A. Portela, M.J. Illera, M. Illera, L. García-Alonso, G. Cornelissen and F. Halberg (1993a). Circadian cortisol rhythm of rabbits kept on different lighting regimens. *Cronobiología*, 20: 219-232.

Illera, J.C., P.L. Lorenzo, G. Silván, C.J. Munro, M.J. Illera and M. Illera (1997). Enzyme immunoassay for testosterone and androstenedione in culture maturation medium from rabbits oocytes matured in vitro. *Theriogenology*, 47: 1375-1388.

Kaada, B. (1967). Brain mechanisms related to aggressive behavior. *UCLA Forum in Medical Sciences*, 7: 95-133.

Kahn, M.W. and W.E. Kirk (1968). The concepts of aggression; a review and reformulation. *Clinical Psychology Review*, 18: 559-573.

Kalin, N.H., C. Larson, S.E. Shelton, R.J. and Davidson (1998). Asymmetric frontal brain activity, cortisol, and behavior associated with fearful temperament in rhesus monkeys. *Behavioral Neuroscience*, 112: 286-292.

Kalin, N.H. (1999). Primate models to understand human aggression. *Journal of Clinical Psychiatry*, 60: 29-32.

Kapur S and G. Remington (1996). Serotonin-dopamine interaction and its relevance to schizophrenia. *American Journal of Psychiatry*, 153:436-476.

- Kelland M.D. and L.A. Chiodo (1996). Serotonergic modulation of midbrain dopamine systems. In: Ashby CR Jr, editor. The modulation of dopaminergic neurotransmission by other neurotransmitters. New York: CRC Press, 87–122.
- Ledesma Gimeno, A. y J.L. Paniagua (1969). Circunvolución del cíngulo y agresividad. *Actas Luso-españolas de Neurología, Psiquiatría y Ciencias Afines*, 28: 289-298.
- Linnoila, M., M. Virkkunen, M. Scheinin, A. Nuutila, R. Rimon and F.K. Goodwin (1983). Low cerebrospinal fluid 5-hydroxyindoleacetic acid concentration differentiates impulsive from nonimpulsive violent behavior. *Life Sciences*, 33: 2609-2614.
- Lion, J.R. (1995). Aggression. En: Kaplan HI & Sadock BJ editors. Comprehensive textbook of psychiatry/ VI. Baltimore: Williams & Wilkins: 310-317.
- López, J.F., H. Akil, and S.J. Watson (1999). Role of biological and psychological factors in early development and their impact on adult life: Neural circuits mediating stress. *Biological Psychiatry*, 46: 1461-1471.
- López-Ibor, J.J. Jr. (1988). The involvement of serotonin in psychiatric disorders and behaviour. *British Journal of Psychiatry*, 3: 26-39.
- López-Ibor, J.J. Jr., F. Lana and J. Saiz Ruiz (1990). Impulsive suicidal behavior and serotonin. *Actas Luso-españolas de Neurología, Psiquiatría y Ciencias Afines*, 18: 316-325.

- Manchanda, S.K., A. Poddar, S. Saha, S.C. Bhatia, V.M. Kumar and U. Nayar (1995). Predatory aggression induced by hypothalamic stimulation: modulation by midbrain periaqueductal gray (PAG). *Neurobiology*, 3: 405-417.
- Mark, V.H. and W.H. Sweet (1974). The role of limbic brain dysfunction in aggression. *Research Publications-Association for Research in Nervous and Mental Disease*, 52: 186-200.
- Mazur, A. and A. Booth (1998). Testosterone and dominance in men. *Behavioral and Brain Sciences*, 21: 353-363.
- Mehlman, P.T., J.D. Higley, I. Faucher, A.A. Lilly, D.M. Taub, J. Vickers, S.J. Suomi and M. Linnoila (1994). Low CSF 5-HIAA concentrations and severe aggression and impaired impulse control in nonhuman primates. *The American Journal of Psychiatry*, 151: 1485-1491.
- Miczek K.A. and H. Yoshimura (1982). Disruption of primate social behavior by d-amphetamine and cocaine: differential antagonism by antipsychotics. *Psychopharmacology (Berl)*, 76:163–171.
- Miczek, K.A., E.M. Weerts and J.F. Debold (1993). Alcohol, benzodiazepine-GABAA receptor complex and aggression: ethological analysis of individual differences in rodents and primates. *Journal of Studies on Alcohol and Drugs*, 11: 170-179.

Miczek K.A. and M. Haney (1994). Psychomotor stimulant effects of d-amphetamine, MDMA and PCP: aggressive and schedule-controlled behavior in mice. *Psychopharmacology (Berl)*, 115:358-365.

Miczek, K.A., E.W. Fish, J.F. De Bold and R.M. De Almeida (2002). Social and neural determinants of aggressive behavior: pharmacotherapeutic targets at serotonin, dopamine and gamma-aminobutyric acid systems. *Psychopharmacology*, 163: 434-458.

Miczek, K.A., R.M. De Almeida, E.A. Kravitz, E.F. Rissman, S.F. De Boer and A. Raine (2007). Neurobiology of escalated aggression and violence. *Journal of Neuroscience*, 27: 11803-11806.

Millan M.J., A. Dekeyne and A. Gobert (1998). Serotonin (5-HT)<sub>2C</sub> receptors tonically inhibit dopamine (DA) and noradrenaline (NAD), but not 5-HT, release in the frontal cortex in vivo. *Neuropharmacology*, 37:953–955.

Morrison, E.F. (1993). The measurement of aggression and violence in hospitalized psychiatric patients. *International Journal of Nursing Studies*, 30: 51-64.

Moyer, K.E. (1968). Kinds of aggression and their physiological basis. *Communications in behavioral Biology*, 2: 65-87.

Moyer, K.E. (1976). The psychobiology of aggression. Nueva York: Harper and Row.

Nelson, R.J. and S. Chiavegatto (2001). Molecular basis of aggression. *Trends in Neurosciences*, 24: 713-719

Ossowska G., B. Kenk-Majewska and L. Zebrowska-Lupina (1996). Acute effect of dopamine agonists and some antidepressants in stress-induced deficit of fighting behavior. *Polish Journal of Pharmacology*, 48:403–408.

Palmstierna, T. and B. Wistedt (1987). Staff observation aggression scale, SOAS: presentation and evaluation. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 76: 657-663.

Peláez del hierro, F. y J. Veá Baró (1997). Etología. Bases biológicas de la conducta animal y humana. Psicología Pirámide. Ediciones Pirámide.

Peterson, C.K. and E. Harmon-Jones (2012). Anger and testosterone: Evidence that situationally-induced anger relates to situationally-induced testosterone. *Emotion*, 12: 899-902.

Pietrini, P., M. Guazzelli, G. Basso, K. Jaffe and J. Grafman (2000). Neural correlates of imaginal aggressive behavior assessed by positron emission tomography in healthy subjects. *The American Journal of Psychiatry*, 157: 1772-1781.

Praschak-Rieder, N., M. Willeit, A.A. Wilson, S. Houle and J.H. Meyer (2008). Seasonal variation in human brain serotonin transporter binding. *Archives of General Psychiatry*, 65: 1072-1078.

Price, E.O., T.E. Adams, C.C. Huxsoll and R.E. Borgwardt (2003). Aggressive behavior is reduced in bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone. *Journal of Animal Science*, 81: 411-415.

Pucilowski, O. and W. Kostowski (1983). Aggressive behaviour and the central serotonergic systems. *Behavioural Brain Research*, 9: 33-48.

Pucilowski, O., W. Kozak and L. Valzelli (1986). Effect of 6-OHDA injected into the locus coeruleus on apomorphine-induced aggression. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 24: 773-775.

Ramírez, J.M. and J.M. Andreu (2006). Aggression, and some related psychological constructs (anger, hostility, and impulsivity); some comments from a research project. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30: 276-291.

Ramírez, J.M. (2006a). Bioquímica de la agresión. *Psicopatología Clínica, Legal y Forense*, 5: 43-66.

Ramírez, J.M. (2006b). Relationship between the brain and aggression. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30: 273-275.

Real Decreto 60/2001, de 26 de enero, sobre prototipo racial de la raza bovina de lidia. BOE número 38 de 13/2/2001, páginas 5255 a 5261.

Real Decreto 145/1996, de 2 de febrero, por el que se modifica y da nueva redacción al Reglamento de Espectáculos Taurinos. BOE número 54 de 2/3/1996, páginas 8401 a 8421.

Rhees, R.W., J.E. Shryne and R.A. Gorski (1990). Onset of the hormone-sensitive perinatal period for sexual differentiation of the sexually dimorphic nucleus of the preoptic area in female rats. *Journal of Neurobiology*, 21: 781-786.

Rodgers, R.J. and A. Depaulis (1982). GABAergic influences on defensive fighting in rats. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 17: 451-456.

Rodríguez Montesinos, A. (2002). Prototipos raciales del vacuno de lidia. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Roeling, T.A., J.G. Veening, M.R. Kruk, J.P. Peters, M.E. Vermelis and R. Nieuwenhuys (1994). Efferent connections of the hypothalamic "aggression area" in the rat. *Neuroscience*, 59: 1001-1024.

Rosado, B., S. García -Belenguer, J. Palacio, G. Chacón, A. Villegasa and A.I. Alcalde (2010). Serotonin transporter activity in platelets and canine aggression. *The Veterinary Journal*, 186: 104-105.

Rubinow, D.R. and P.J. Schmidt (1996). Androgens, brain, and behavior. *The American Journal of Psychiatry*, 153: 974-984.

- Seckl, J.R., K.L. Dickson and G. Fink (1990). Central 5, 7-dihydroxytryptamine lesions decrease hippocampal glucocorticoid and mineralocorticoid receptor messenger ribonucleic acid expression. *Neuroendocrinology*, 2: 911-916.
- Seidenwurm, D., T.R. Pounds, A. Globus and P.E. Valk (1997). Abnormal temporal lobe metabolism in violent subjects: correlation of imaging and neuropsychiatric findings. *American Journal of Neuroradiology*, 18: 625-631.
- Seo, D., J.P. Patrick and P.J. Kennealy (2008). Role of serotonin and dopamine system interactions in the neurobiology of impulsive aggression and its comorbidity with other clinical disorders. *Aggress Violent Behavior*, 13: 383-395.
- Shi W.X., P. Nathaniel and B.S. Bunney (1995). Ritanserine, a 5-HT<sub>2A/2C</sub> antagonist, reverses direct dopamine agonist-induced inhibition of midbrain dopamine neurons. *Journal of Pharmacology Experimental Therapeutics*, 274:735–740.
- Siegel, A. and H.M. Edinger (1983). Role of the limbic system in hypothalamically elicited attack behavior. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 7: 395-407.
- Siegel, A. and C.B. Pott (1988). Neural substrates of aggression and flight in the cat. *Progress in Neurobiology*, 31: 261-283.

Soderstrom H., K. Blennow, A. Manhem and A. Forsman (2001). CSF studies in violent offenders: 5-HIAA as a negative and HVA as a positive predictor of psychopathy. *Journal of Neural Transmission*. 108:869–78.

Soderstrom H, K. Blennow, A. K. Sjodin and A. Forsman (2003). New evidence for an association between the CSF HVA:5-HIAA ratio and psychopathic traits. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*, 74:918–921.

Sorensen S.M., J.H. Kehne, G.M. Fadayel, T.M. Humphreys, H.J. Ketteler, C.K. Sullivan, V.L. Taylo and C.J. Schmidt (2003). Characterization of the 5-HT<sub>2</sub> receptor antagonist MDL100907 as a putative atypical antipsychotic: behavioral, electrophysiological and neurochemical studies. *Journal of Pharmacology Experimental Therapeutics*, 266:684–691.

Sorgi, P., J. Ratey, D.W. Knodler, R.J. Markert, M and Reichman (1991). Rating aggression in the clinical setting. A retrospective adaptation of the Overt Aggression Scale: preliminary results. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 3: 52-56.

Swann A.C. (2003) Neuroreceptor mechanisms of aggression and its treatment. *Journal of Clinical Psychiatry*, 64:26–35.

Szafarczyk, A., G. Alonso, G. Ixart, F. Malaval, J. Nouguier and I. Assenmacher (1980). Serotonergic system and circadian rhythms of ACTH and corticosterone in rats. *The American Journal of Physiology*, 239: 482-489.

- Takahashi, A., A. Shimamoto, C.O. Boyson, J.F. Debold and K.A. Miczek (2010). GABA (B) receptor modulation of serotonin neurons in the dorsal raphe nucleus and escalation of aggression in mice. *The Journal of Neuroscience*, 30: 11771-11780.
- Tidey J.W. and K.A. Miczek (1996). Social defeat stress selectively alters mesocorticolimbic dopamine release: an in vivo microdialysis study. *Brain Research*, 721:140–149.
- Treiman, D.M. (1991). Psychobiology of ictal aggression. *Advances in Neurology*, 55: 341-356.
- Valzelli, L. (1971). Aggression in rats and mice. Behavioral and biochemical aspects. *Actualités Pharmacologiques*, 24: 133-152.
- Van de Poll, N.E., F. De Jonge, H.G. Van Oyen, J. Van Pelt and J.P. De Bruin (1981). Failure to find sex differences in testosterone activated aggression in two strains of rats. *Hormones and Behavior*, 15: 94-105.
- Van Elst, L.T., F.G. Woermann, L. Lemieux, P.J. Thompson and M.R. Trimble (2000). Affective aggression in patients with temporal lobe epilepsy: a quantitative MRI study of the amygdala. *Brain*, 123: 234-243.
- Van Erp, A.M. and K.A. Miczek (2000). Aggressive behavior, increased accumbal dopamine, and decreased cortical serotonin in rats. *The Journal of Neuroscience*, 20: 9320-9325.

Virkkunen, M. and M. Linnoila (1993). Brain serotonin, type II alcoholism and impulsive violence. *Journal of Studies on Alcohol and Drugs*, 11: 163-169.

Weiger, W.A. and D.M. Bear (1988). An approach to the neurology of aggression. *Journal of Psychiatric Research*, 22: 85-98.

Weisinger, F. (1988). Técnicas para el control del comportamiento agresivo. Ediciones Martínez-Roca. Barcelona.

Wistedt, B., A. Rasmussen, L. Pedersen, U. Malm, L. Träskman-Bendz and J. Wakelin, P. Bech (1990). The development of an observer-scale for measuring social dysfunction and aggression. *Pharmacopsychiatry*, 23: 249-252.

Wobber, V., B. Hare, J. Maboto, S. Lipson, R. Wranghama and P.T. Ellison (2010). Differential changes in steroid hormones before competition in bonobos and chimpanzees. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107: 12457-12462.

Woods, P. and R. Almvik (2002). The Brøset violence checklist (BVC). *Acta Psychiatrica Scandinavica. Supplementum*, 412:103-105.

Wong P.T., H. Feng and W.L. Teo (1995). Interaction of the dopaminergic and serotonergic systems in the rat striatum: effects of selective antagonists and uptake inhibitors. *Neuroscience Research*, 23:115-9.