

# Estudio de la eficacia del Producto C-96 para la caza con “Parany”. Informe final.



**20 de febrero de 2005**



**Javier Viñuela, Rafael Mateo, Diego Villanúa, Ursula Hoffe, Salvador Luna, Pablo Camarero y Begoña Jiménez.**



## 1. ANTECEDENTES

La caza con parany tiene un claro problema de falta de selectividad, ya que además de capturarse con este método especies de Passeriformes cazables, como los zorzales, que parecen ser el objetivo básico de esta actividad cinegética, se capturan también incidentalmente muchas otras especies de Passeriformes o incluso de otros grupos de aves. Esta falta de selectividad hace, por tanto, a esta modalidad de caza susceptible de ser prohibida según la legislación actual. El movimiento ecologista está claramente empeñado en conseguir esa prohibición definitiva, basándose en esta premisa, en que el volumen de capturas parece haberse incrementado de forma notable en las últimas décadas, y en que esta caza puede ir asociada a otras actividades ilegales (básicamente el uso de reclamos electrónicos y la caza nocturna).

Intentando solucionar el problema, los paranyers han ideado una liga (“C-96”) que aparentemente puede ser eliminada del plumaje de las aves mediante un disolvente. Este método, por tanto, podría proporcionar selectividad al método del parany, aunque es importante resaltar que sería sólo condición necesaria, pero no suficiente, ya que la selectividad seguiría recayendo en lo que quiera hacer el paranyer en cuestión con las especies no cazables que fueran capturadas.

Se ha realizado una primera evaluación científica de la eficacia de este sistema, que ha dado lugar a un informe elaborado por el Dr. Ricci, sobre cuya validez se nos consultó nuestra opinión hace cierto tiempo. En su día indicamos que el esfuerzo realizado para evaluar la validez del sistema era loable, pero posiblemente insuficiente,



y que se necesitaba una evaluación más completa que incluyera los tres puntos básicos detallados en el Convenio de colaboración entre FEDENCA y el IREC, a saber:

- Análisis químico del producto, y evaluación de su posible toxicidad (Punto 2).
- Evaluación del posible efecto de la aplicación de la liga y el disolvente sobre la microestructura de las plumas (Punto 3).
- Pruebas en cautividad sobre especies de Passeriformes con estructuras y tamaños similares a las que se pretende liberar de los Paranys, de fácil mantenimiento en cautividad, y que permitan una evaluación del efecto de la aplicación de liga y disolvente a más largo plazo que las pruebas realizadas hasta el momento. El trabajo fue diseñado para detectar posibles diferencias de comportamiento o supervivencia inducidas por el tratamiento con liga y antiliga (Punto 4).

Además de estos tres puntos, y en vista de los resultados que se iban alcanzando a medida que se desarrollaba el trabajo, decidimos también realizar un experimento para evaluar el efecto del tratamiento sobre la impermeabilidad del plumaje (Punto 5) y análisis histopatológicos para detectar posibles lesiones internas (Punto 6).

A continuación detallamos las tareas realizadas y los resultados alcanzados para conseguir dichos objetivos.



## **2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL PRODUCTO Y EVALUACIÓN DE SU POSIBLE TOXICIDAD**

La composición de la liga, según lo indicado por el fabricante (Cantos de pájaros Digitales, Calig) es aceite vegetal (de oliva, girasol o soja), cola de contacto y colofonia o resina de pino. De estos componentes, el que puede resultar más tóxico es la cola de contacto, y en especial deberíamos comprobar si presenta tolueno. La colofonia es un producto natural derivado de la resina del pino que produce asma y dermatitis por contacto en humanos con una exposición laboral continuada. La exposición a la colofonia no ha sido monitorizada, ya que las aves tratadas con liga estarían expuestas de forma muy puntual para producir efectos importantes y a que la exposición natural a la resina de pino debe ser ya de por sí muy frecuente. Por el contrario, el tolueno es un hidrocarburo aromático con propiedades narcóticas, que podría alterar el comportamiento de las aves tras ser liberadas.

La composición de la antiliga, tal y como nos comunica el fabricante, es n-decano ( $C_{10}H_{22}$ ). Este es un hidrocarburo alifático obtenido por destilación del petróleo que por vía inhalatoria puede tener efecto narcótico en las aves tratadas.

### *2.1. MATERIAL Y MÉTODOS*

D. Pascual Batalla, presidente de APAVAL, nos ha proporcionado dos muestras diferentes del producto C-96 (“Pegamento C- 96 T-J” y “Super 96”, de “El Tordo”. Calidad Especial-Cantos de pájaros digitales, SL.). También nos ha proporcionado los



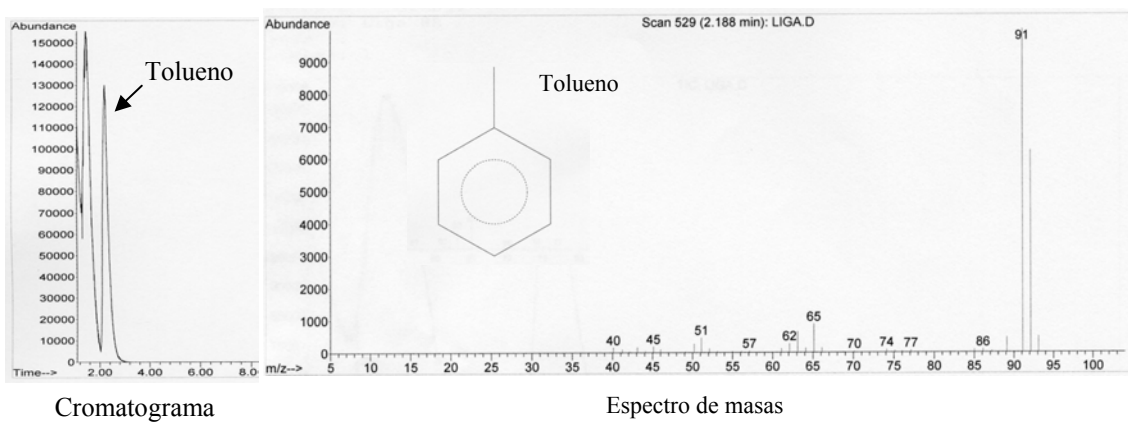
datos de que dispone sobre su composición (componentes básicos, sin especificar proporciones).

La determinación de tolueno en la liga ha sido hecha de forma cualitativa mediante la técnica de inyección del espacio en cabeza en un cromatógrafo de gases (6890N Agilent Technologies) acoplado a un espectrómetro de masas (5973N Agilent Technologies). La columna utilizada ha sido del tipo HP-MS5 de 0.25 mm de diámetro, 30 m de longitud y 0.25  $\mu\text{m}$  de espesor de película. La muestra (1  $\mu\text{l}$ ) fue inyectada a 120 °C en modo “splitless”, la temperatura de columna inicial fue de 40 °C y tras 1 minuto a dicha temperatura, se incrementó 5 °C/min hasta 200 °C. El flujo inicial de la fase móvil (He) fue de 5 ml/min. La detección se realizó en modo de barrido (40-200 d) con temperaturas de cuadrupolo y fuente de ionización de 150 °C y 230 °C, respectivamente.

La confirmación de la composición de la antiliga a nivel cualitativo ha sido realizada mediante la técnica de espacio en cabeza.

## 2.2. RESULTADOS

En la liga se observa la presencia de tolueno (Figura 1), muy probablemente a consecuencia de la incorporación de cola de contacto en la preparación del producto. La antiliga se compone principalmente de decano, con presencia significativa de nonano ( $\text{C}_9$ ), undecano ( $\text{C}_{11}$ ), y con cantidades inferiores de alcanos varios y trimetilbenceno, y niveles muy bajos de tolueno (Figura 2).



**Figura 1.** Cromatograma del análisis del espacio en cabeza de la liga y espectro de masas del pico identificado como tolueno.

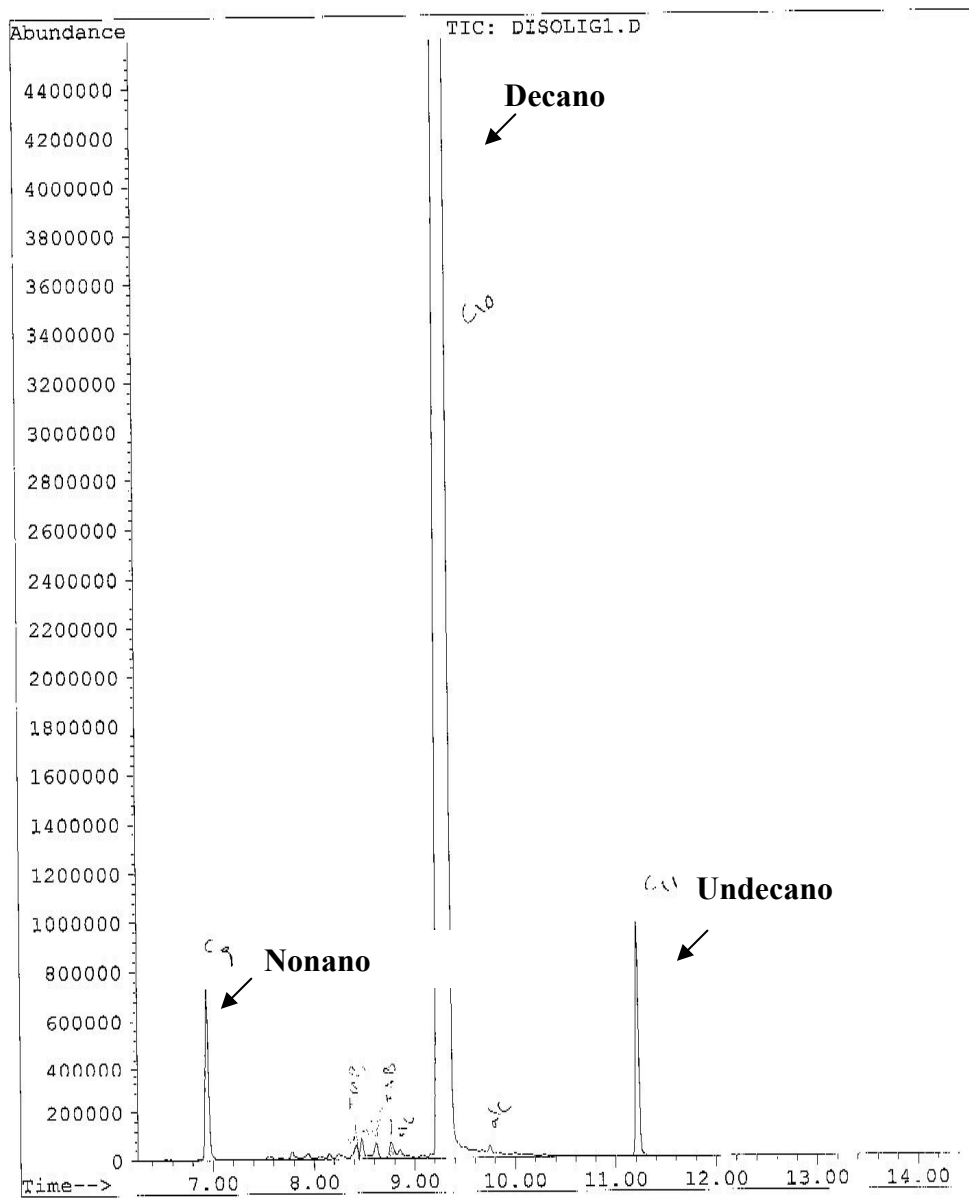


Figura 2. Cromatograma del análisis del espacio en cabeza de la antiliga.



### *2.3. DISCUSIÓN. POSIBLE TOXICIDAD DE LOS COMPONENTES QUÍMICOS DETECTADOS*

n-Decano (C<sub>10</sub>-H<sub>22</sub>): Hidrocarburo alifático obtenido por destilación del petróleo. Por el tratamiento que se aplica a las aves con la antiliga, y dado que presenta una escasa absorción dérmica, la mayor exposición va a ser probablemente por vía inhalatoria. Entre sus efectos más importantes a elevadas concentraciones, como puede ser el caso de un ave pequeña lavada con n-decano, está el de ser un depresor del sistema nervioso central. Teniendo en cuenta que las aves silvestres van a ser liberadas poco después de ser lavadas con el disolvente, este efecto puede tener consecuencias importantes en su supervivencia. Por este motivo, se debería minimizar la inhalación de los vapores de la antiliga por parte de las aves como, por ejemplo, secando bien el disolvente que empapa el plumaje y usando la mínima cantidad necesaria. La exposición a elevadas concentraciones de n-decano en el aire también produce irritación de mucosas. Se debe evitar la exposición oral al n-decano por el elevado riesgo de desencadenar neumonía por aspiración, ya que 0.2 ml son suficientes para producir la muerte por edema y hemorragia pulmonar en ratas. Los posibles efectos fisiológicos y sobre el comportamiento de la inhalación de la antiliga por parte de las aves han podido ser bien documentados en la experimentación con aves vivas (ver puntos 4 y 5).

Tolueno: El tolueno es una sustancia narcótica, que al igual que el n-decano podría alterar el comportamiento de las aves tras ser liberadas. También puede afectar a la capacidad reproductiva de machos y hembras.





### **3. EVALUACIÓN DEL POSIBLE EFECTO DE LA APLICACIÓN DE LA LIGA Y LA ANTILIGA SOBRE LA MICRO-ESTRUCTURA DE LAS PLUMAS.**

Uno de los posibles efectos negativos que podría tener la exposición de las aves a la liga y su posterior limpieza con la antiliga es que estos tratamientos alteraran la micro-estructura del plumaje, bien porque la limpieza con la antiliga no consiguiera eliminar totalmente la liga impregnada en el plumaje, o bien porque durante el proceso de limpieza se pudieran dañar las plumas. Esta posible alteración de la micro-estructura del plumaje, si fuera suficientemente importante, podría afectar negativamente a la capacidad de impermeabilización del plumaje o a la habilidad de vuelo de las aves una vez liberadas. Hasta donde sabemos, no existe ninguna evaluación previa de esta posibilidad.

#### *3.1. MATERIAL Y MÉTODOS*

El efecto del tratamiento con liga y antiliga o antiliga sobre la estructura de las plumas ha sido estudiado en rémiges primarias, rémiges secundarias, rectrices e infracobertoras caudales de zorzales abatidos recientemente en cacerías del sur de España. Para ello se ha realizado un examen con lupa binocular (x10x 0,7-4,5), (Lan Optics) de una pluma tratada de cada uno de los tipos citados de 10 zorzales por tipo de tratamiento (liga+antiliga y antiliga), tomando como controles las plumas simétricas de cada zorzal. La asignación como tratamiento o como control de las plumas del lado derecho o izquierdo de un zorzal se ha hecho aleatoriamente. Todas las observaciones a la lupa binocular han sido realizadas por personal que desconocía el grupo de



tratamiento al que pertenecían las plumas estudiadas. Las alteraciones estudiadas han sido la presencia de restos de liga y otras partículas de suciedad entre las bárbulas, la falta de cohesión entre bárbulas, y el apelmazamiento de bárbulas. Las frecuencias de aparición de dichas alteraciones han sido comparadas mediante el test de  $\chi^2$ , con la corrección de continuidad para tablas de 2x2 y el estadístico exacto de Fisher en el caso de frecuencias esperadas inferiores a 5.

### 3.2. RESULTADOS

#### 3.2.1. *Presencia de partículas de suciedad*

Se observó con más frecuencia restos de suciedad en las primarias, rectrices e infracobertoras caudales tratadas con liga y antiliga que en las plumas tomadas como controles de los mismos animales (Tabla 1). En el caso de las plumas tratadas sólo con antiliga, no se observaron diferencias en la presencia de suciedad, que no pasó de ser moderada (Tabla 2). En las plumas tratadas con liga y antiliga con un grado de suciedad alta fue posible identificar los restos de liga entre las bárbulas (Foto 1).

#### 3.2.2. *Cohesión entre bárbulas*

La cohesión entre las bárbulas tras el tratamiento con liga y antiliga, únicamente se vio afectada en las rectrices de los zorzales (Tabla 3). Sin embargo, el tratamiento con antiliga afecta tanto a la cohesión de las rectrices como a las primarias e



infracobertoras caudales (Tabla 4). Esta pérdida de cohesión tras el tratamiento con la antiliga ha sido más importante en las cobertoras (Foto 2).

### 3.2.3. Apelmazamiento de bárbulas

Se observaron bárbulas pegadas entre si (Foto 3) con más frecuencia en las rectrices e infracobertoras caudales tratadas con liga y antiliga que en las tomadas como control (Tabla 5). Este apelmazamiento fue también detectable en las primarias, rectrices e infracobertoras caudales tratadas únicamente con antiliga (Tabla 6).

**Tabla 1.** Efectos del tratamiento con liga y antiliga en la presencia de restos de liga y otras partículas de suciedad entre las bárbulas en plumas de zorzal común.

Tipo de pluma	Tratamiento	Suciedad			$\chi^2 (p)$
		Baja	Moderada	Alta	
Primarias	C	9	1	-	0,005
	L+AL	2	8	-	
Secundarias	C	8	2	-	NS
	L+AL	5	5	-	
Rectrices	C	10	-	-	0,001
	L+AL	2	7	1	
Infracobertoras	C	10	-	-	0,001
	L+AL	2	6	2	

Nota: L+AL=liga+antiliga, AL=antiliga

**Tabla 2.** Efectos del tratamiento con antiliga en la presencia de partículas de suciedad entre las bárbulas en plumas de zorzal común.

Tipo de pluma	Tratamiento	Suciedad			$\chi^2 (p)$
		Baja	Moderada	Alta	
Primarias	C	10	-	-	NS
	AL	7	3	-	
Secundarias	C	9	1	-	NS
	AL	10	-	-	
Rectrices	C	10	-	-	NS
	AL	7	3	-	
Infracobertoras	C	10	-	-	NS
	AL	6	4	-	

Nota: AL=antiliga

**Tabla 3.** Efectos del tratamiento con liga y antiliga en la falta de cohesión entre las bárbulas en plumas de zorzal común.

Tipo de pluma	Tratamiento	Falta de cohesión			$\chi^2 (p)$
		Baja	Moderada	Alta	
Primarias	C	6	4	-	NS
	L+AL	2	8	-	
Secundarias	C	6	4	-	NS
	L+AL	2	8	-	
Rectrices	C	9	1	-	0,006
	L+AL	2	4	4	
Infracobertoras	C	5	5	-	NS
	L+AL	1	8	1	

Nota: L+AL=liga+antiliga, AL=antiliga



**Tabla 4.** Efectos del tratamiento con antiliga en la falta de cohesión entre las bárbulas en plumas de zorzal común.

Tipo de pluma	Tratamiento	Falta de cohesión			$\chi^2 (p)$
		Baja	Moderada	Alta	
Primarias	C	9	1	-	0,007
	AL	2	8	-	
Secundarias	C	4	6	-	NS
	AL	3	7	-	
Rectrices	C	8	2	-	0,007
	AL	1	9	-	
Infracobertoras	C	6	4	-	0,012
	AL	-	9	1	

Nota: AL=antiliga

**Tabla 5.** Efectos del tratamiento con liga y antiliga en el apelmazamiento de las bárbulas en plumas de zorzal común.

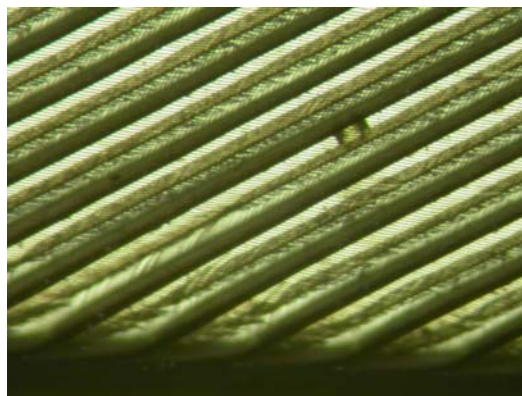
Tipo de pluma	Tratamiento	Apelmazamiento			$\chi^2 (p)$
		Bajo	Moderado	Alto	
Primarias	C	7	3	-	NS
	L+AL	2	8	-	
Secundarias	C	7	3	-	NS
	L+AL	4	6	-	
Rectrices	C	9	1	-	<0,001
	L+AL	-	6	4	
Infracobertoras	C	8	2	-	0,001
	L+AL	-	10	-	

Nota: L+AL=liga+antiliga, AL=antiliga

**Tabla 6.** Efectos del tratamiento con antiliga en el apelmazamiento de las bárbulas en plumas de zorzal común.

Tipo de pluma	Tratamiento	Apelmazamiento			$\chi^2 (p)$
		Bajo	Moderado	Alto	
Primarias	C	9	1	-	0,020
	AL	3	7	-	
Secundarias	C	6	4	-	NS
	AL	3	7	-	
Rectrices	C	10	-	-	0,001
	AL	2	7	1	
Infracobertoras	C	10	-	-	<0,001
	AL	1	9	-	

Nota: AL=antiliga



**Foto 1.** Presencia de liga entre las bárbulas de una pluma tratada con liga y antiliga.



**Foto 2.** *Falta de cohesión entre las barbas y bárbulas de una pluma tratada con antiliga.*



**Foto 3.** *Apelmazamiento de las barbas y bárbulas de una pluma tratada con liga y antiliga.*



### 3.3 DISCUSIÓN

Encontramos un claro efecto del tratamiento con liga y antiliga, o sólo con antiliga, sobre la suciedad, cohesión y apelmazamiento de las bárbulas de las plumas. Estos efectos pueden explicar la clara reducción de impermeabilidad del plumaje detectada en aves vivas (punto 5), y por tanto la aplicación de liga y antiliga puede constituir un serio problema para la supervivencia de estas aves, como sugieren los datos de mortalidad de la población de diamantes cautiva estudiada (punto 4). Además este efecto sobre la estructura del plumaje puede también explicar las diferencias de comportamiento relacionadas con aspectos térmicos o de limpieza del plumaje detectadas en las aves cautivas (parte 4).





#### **4. ESTUDIO DE SUPERVIVENCIA Y COMPORTAMIENTO DE AVES CAUTIVAS TRATADAS EXPERIMENTALMENTE CON LIGA Y C-96.**

El tratamiento con liga y antiliga podría afectar directamente a la supervivencia de las aves dada su toxicidad potencial, o bien alterar su comportamiento en las horas o días posteriores al tratamiento, dado su efecto narcótico potencial (Capítulo 1). En el estudio previo realizado por el Dr. Ricci, se observaba el comportamiento de las aves de forma inmediata a la aplicación de la liga y la antiliga, soltando a las aves inmediatamente después del tratamiento. Dado el estado de estrés en que sin duda deben encontrarse las aves en estos momentos inmediatos a su manipulación en el parany, pensábamos que se requería una evaluación a más largo plazo. Con este objetivo, estudiamos en cautividad aves de las mismas especies cuya captura está autorizada en los paranys (zorzales) o con similares características que las que se pretende rescatar de los paranys mediante el uso del C-96 (Fringílicos y diamantes).

##### *4.1. MATERIAL Y MÉTODOS*

###### *4.1.1. Aves empleadas en los experimentos*

Para los experimentos en cautividad D. Pascual Batalla nos proporcionó una muestra de aves vivas que incluía 15 zorzales comunes, 3 zorzales alirrojos, un mirlo y 14 ejemplares de otros Passeriformes, en especial Fringílicos.



Para acoger estas aves y realizar observaciones estandarizadas de su comportamiento se acondicionó un voladero pequeño de perdiz de la Granja Experimental de la Finca Galiana, consistente en mejora del cerramiento, subdivisión para acoplar los grupos experimentales, e instalación de perchas. Recogimos las aves en Villarreal el día 30 de abril de 2004. Durante los primeros días de habituación a su nueva ubicación, se produjeron algunas bajas. Transcurrida la primera semana, no se produjeron más bajas. Descartamos trabajar con los zorzales alirrojos, por su bajo número y comportamiento particularmente nervioso, y tampoco consideramos el único mirlo y algunas especies de Passeriformes poco representadas que fueron liberados, lo que explica la reducción en el tamaño de muestra observable en los resultados. La toma de datos quedó restringida a 12 zorzales comunes (3 de ellos considerados control, el resto experimentales), 2 verdecillos (un control y un experimental), y dos pinzones (lo mismo). Se tomaron medidas biométricas y se anillaron todos los ejemplares a los 10-12 días de entrar en los voladeros. Las aves se mantuvieron con agua y comida ad-libitum (pienso de aves insectívoras similar al usado en el mantenimiento en cautividad de estas aves en Villarreal).

Además de estas aves, para completar la muestra, tanto por número de ejemplares, como por incluir especies de pequeño tamaño que sean comparables a las de menor tamaño que pueden capturarse con cierta frecuencia en los paranys (currucas), se incluyó en los experimentos una muestra de 30 pinzones diamante, que se mantuvieron en jaulas preparadas al efecto con malla metálica, similares a las utilizadas por los criadores de esta especie. Se tomaron medidas biométricas y se anillaron todas las aves



a la semana de permanecer en su nueva ubicación. Se mantuvieron con agua y comida (alimento envasado para aves granívoras) ad libitum.

#### *4.1.2. Protocolo experimental.*

Los experimentos con zorzales, Fringilidos y gorriones se desarrollaron entre el 15 y el 25 de junio de 2004. Se establecieron dos grupos de aves, seleccionadas al azar, y balanceados en lo posible en número y especies: tratadas con liga y antiliga y control. La aplicación de liga-antiliga se realizó a primera hora de la mañana en los días de trabajo, replicando en lo posible lo observado por personal del IREC en una visita a los paranys de Castellón realizada en marzo de 2004, y la experiencia previa en este tipo de caza realizada en Aragón que tenía uno de los colaboradores (Diego Villanúa). Para ello se pegaba a cada ave dos varetas impregnadas con liga como las usadas en los paranys, y se dejaba al ave revolotear con ellas durante un minuto. A continuación se retiraban las varetas del ave, y se le limpiaba con el C-96 de la misma forma observada en los Paranys. Las aves eran a continuación liberadas en los voladeros. Las aves control eran capturadas y tratadas de forma similar, con la excepción de que no se les aplicaba liga ni antiliga. Es importante remarcar aquí que con este tratamiento experimental estaríamos replicando lo que constituiría un comportamiento "óptimo" por parte del paranyer, como sería el impedir que las aves estuvieran más de un minuto debatiéndose en las perchas impregnadas con liga.



#### 4.1.3. Registro del comportamiento de zorzales y Fringílicos

Inmediatamente después de soltar las aves se comenzaron las observaciones de comportamiento, desde unas ventanas tapadas con malla de sombreo situadas en los preparques de los voladeros. Se anotó el comportamiento de cada ave durante 3 minutos seguidos, intentando obtener una muestra de comportamiento de cada ejemplar durante las primeras horas de la mañana, poco después del tratamiento experimental (antes de las 10:30), durante las últimas horas de la mañana (entre las 10:30 y las 12:30), cuando el posible efecto del tratamiento experimental ya podría haber cambiado y durante las últimas horas del día de tratamiento (entre las 19:40 y las 21:00). Estas observaciones se realizaron siempre durante el día del tratamiento, y siempre que fue posible (aquellos casos en que no se sacrificaron a las aves en el día de tratamiento, ver Capítulo 5), durante los dos días siguientes.

Durante las observaciones de comportamiento anotamos el tiempo empleado en cada una de las siguientes actividades: ave en reposo activo (sin moverse, pero despierta), ave dormida o adormecida, limpieza de plumaje, picando el suelo del voladero, picando la percha, comiendo, bebiendo, andando, volando, picando el suelo y andando, y picando el suelo y comiendo. Anotamos también el tiempo pasado sobre el suelo del voladero, en percha o sobre las zonas con cemento, así como el tiempo pasado al sol, a la sombra o en zonas intermedias con sol y sombra.

Una submuestra de estas aves fueron sacrificadas para los análisis de posibles efectos patológicos según el protocolo descrito en el capítulo 5, y las demás se



mantuvieron en los voladeros para estudiar posibles efectos sobre su supervivencia a más largo plazo.

#### *4.1.4. Registro del comportamiento de diamantes*

El estudio de comportamiento de los diamantes se realizó entre el 6 y el 14 de julio de 2004. Dado que estas aves son particularmente activas, y en vista de la experiencia previa con las observaciones en voladeros, cambiamos el protocolo de observación. En la mañana del día de observación se procedió al tratamiento experimental distinguiendo dos grupos equivalentes a los descritos anteriormente (liga-antiliga y control). Establecimos en este caso, dado que el tamaño de muestra disponible era mayor, un tercer grupo tratado de forma similar, pero al que se le aplicaba exclusivamente el C-96, con la intención de distinguir entre los posibles efectos de la liga o del C-96. En la mañana de comienzo del experimento se seleccionaban al azar 9 ejemplares de los jaulones, y se asignaban también al azar a cada uno de los tres tratamientos descritos anteriormente. La aplicación de la liga y antiliga se realizó de la misma forma que la descrita anteriormente para el caso de los zorzales. Una vez aplicado el tratamiento las aves se colocaron en jaulas individuales de pequeño tamaño, agrupadas en una pared y se comenzó inmediatamente el registro del comportamiento. Durante cada minuto, y a lo largo de alrededor de una hora, se anotaba el comportamiento individual puntual (en el momento de mirarle) de cada ejemplar de forma secuencial, hasta completar así 60 observaciones por ejemplar. Distinguimos los siguientes comportamientos: en reposo activo (despierta), ave dormida o adormecida, ave con las alas caídas, cantando, limpieza de plumaje, picando el suelo del voladero,



picando la percha, comiendo o bebiendo, en reposo con el pico abierto, ahuecando plumaje y picando la anilla. Anotamos también si el ave se encontraba en el suelo de la jaula, en la percha o en las rejas.

Como en el caso anterior, una submuestra de estas aves fueron sacrificadas para los análisis de posibles efectos patológicos según el protocolo descrito en el capítulo 5, y las demás se mantuvieron en las jaulas para estudiar posibles efectos sobre su supervivencia a más largo plazo.

#### *4.1.5. Análisis estadísticos*

El comportamiento de los zorzales se analizó mediante GLM (Modelos Lineales Generalizados), considerando como variables dependientes los tiempos dedicados en cada minuto de observación a cada uno de los comportamientos observados. Como factores fijos se consideró la especie, el tratamiento (control vs. experimental), los días transcurridos desde la mañana del tratamiento experimental (0, 1 o 2), la hora (considerando tres categorías, antes de las 10:30, entre 10:30 y 12:30, y por la tarde, entre las 19:40 y las 21:00), y el minuto de observación (primer, segundo o tercer minuto de cada ave). Se consideró inicialmente un modelo saturado incluyendo todas las interacciones posibles entre dos factores, y se fueron eliminando los factores o interacciones significativas hasta alcanzar un modelo final que incluía solo efectos significativos.

El análisis de comportamiento de diamantes se reduce a ANOVAs univariantes, con el número de minutos en que fue observado cada comportamiento como variables



dependientes, y el tratamiento (control, liga-antiliga y antiliga) como factor, ya que por el diseño de toma de datos en este caso no es necesario eliminar los posibles efectos de la hora (todas las observaciones comenzaron a horas similares, entre las 08:40 y las 9:15), o el número de días después del tratamiento (el muestreo se limitó a la mañana del tratamiento experimental).

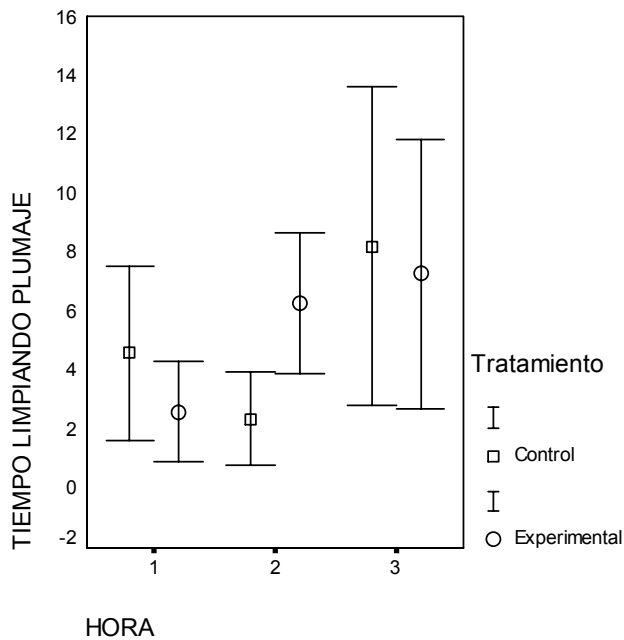
## 4.2. RESULTADOS

### 4.2.1. Comportamiento de zorzales y Fringílicos

Varias de las variables de comportamiento estuvieron afectadas significativamente por el tratamiento, o por la interacción entre el tratamiento y alguno de los otros factores considerados (Figuras 1-12). En resumen, las aves tratadas con liga y antiliga tendieron a pasar más tiempo limpiándose el plumaje, en particular a última hora de la mañana (Figura 1), hora del día en que las aves control dedicaban más tiempo al reposo activo (Figura 2). Las aves experimentales también pasaron más tiempo adormecidas, en particular por la mañana (Figura 3), aunque esta tendencia desapareció ya el tercer día después de la aplicación del tratamiento experimental (Figura 4). En el día del tratamiento experimental, las aves tratadas con liga y antiliga tendían a picar la percha (comportamiento relacionado básicamente con la limpieza del pico) con mayor frecuencia que las aves control (Figura 5), en particular en las horas de tarde (Figura 6). Las aves tratadas con liga y antiliga tendieron a pasar más tiempo en suelo de tierra y en perchas, y menos en suelo de cemento, durante el día del tratamiento experimental (Figuras 7-9). Por último, estas aves experimentales también tendieron a pasar más tiempo al sol, en especial durante las primeras horas de la mañana (Figuras 10-12). No

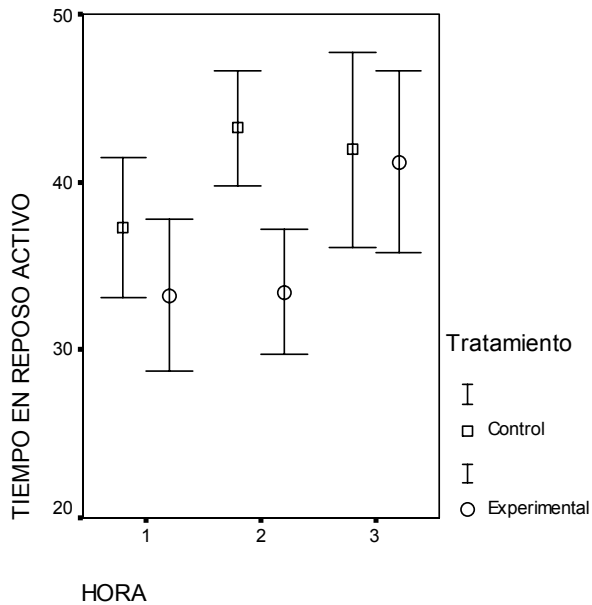


encontramos ningún efecto significativo del tratamiento, o las interacciones con este factor sobre las demás variables de comportamiento (picando suelo, picando suelo y comiendo, picando suelo y andando, comiendo, bebiendo, andando y volando).

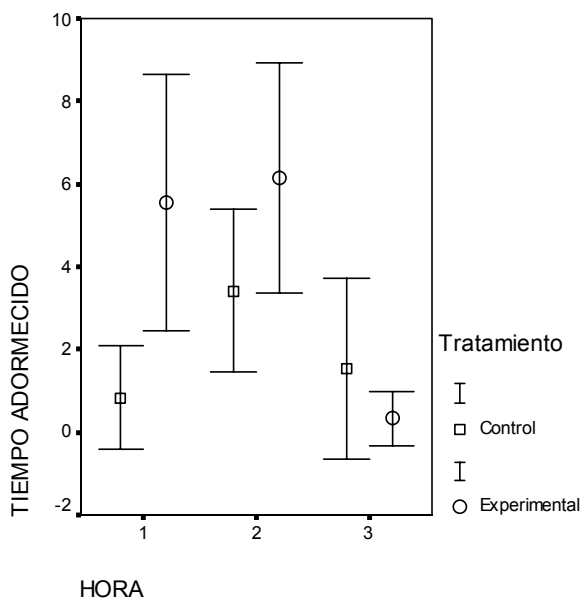


**Figura 1.** Tiempo empleado en limpiar el plumaje (segundos por cada minuto de observación; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento y la hora (1=antes de las 10:30; 2=10:30-12:30; 3= tarde).

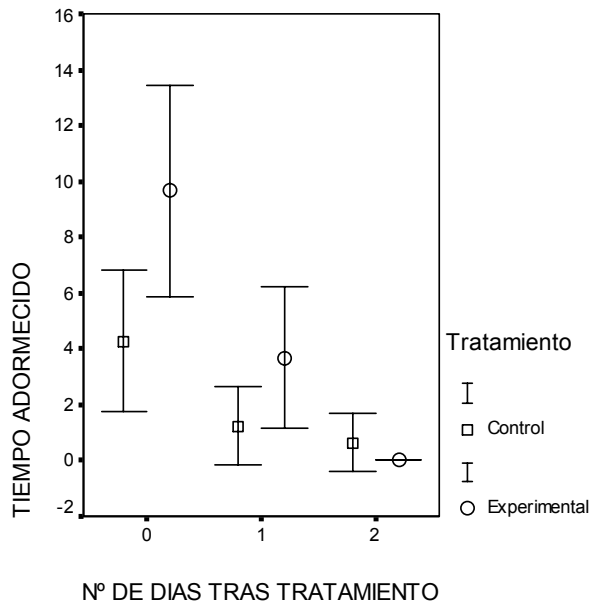




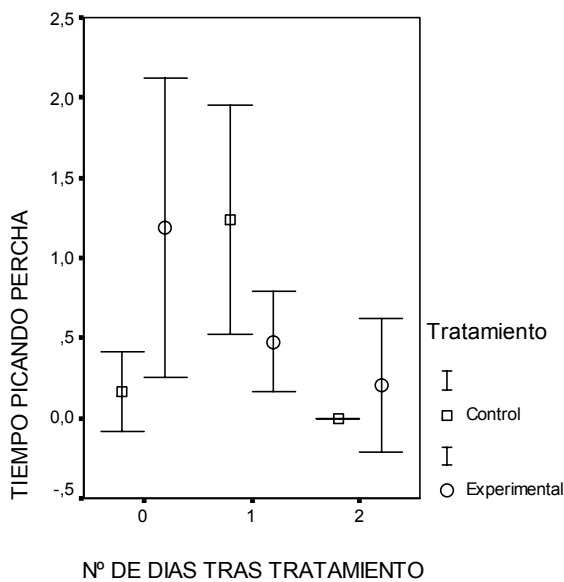
**Figura 2.** Tiempo empleado en reposo activo (no adormecido o dormido) (segundos por cada minuto de observación; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento y la hora (como en Figura 1).



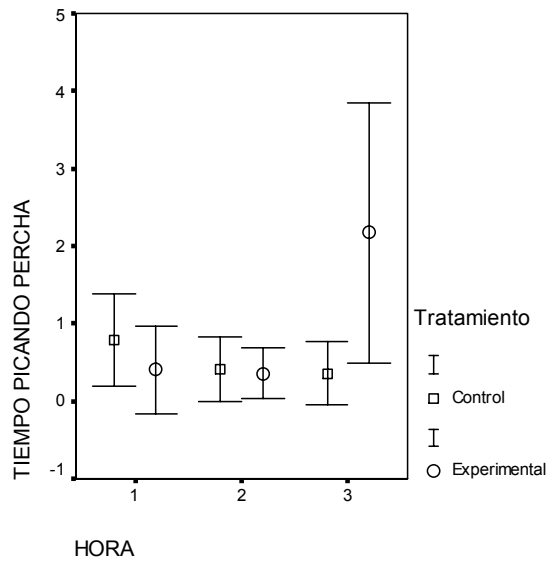
**Figura 3.** Tiempo adormecido (segundos por cada minuto de observación; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento y la hora (como en Figura 1).



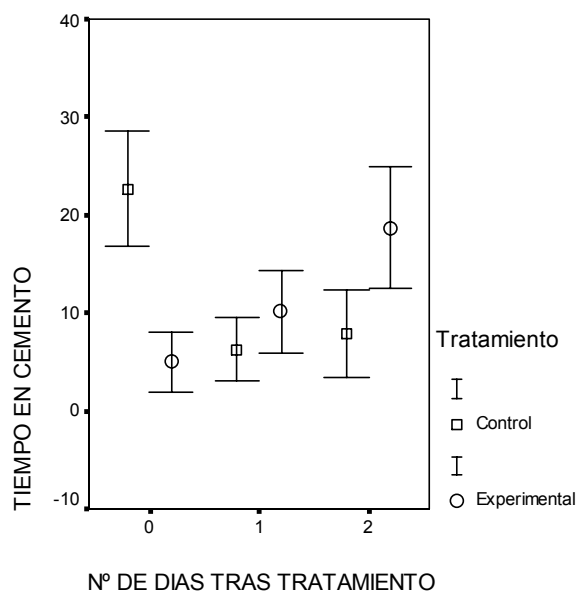
**Figura 4.** *Tiempo adormecido (segundos por cada minuto de observación; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento y del número de días transcurridos desde la aplicación del tratamiento experimental.*



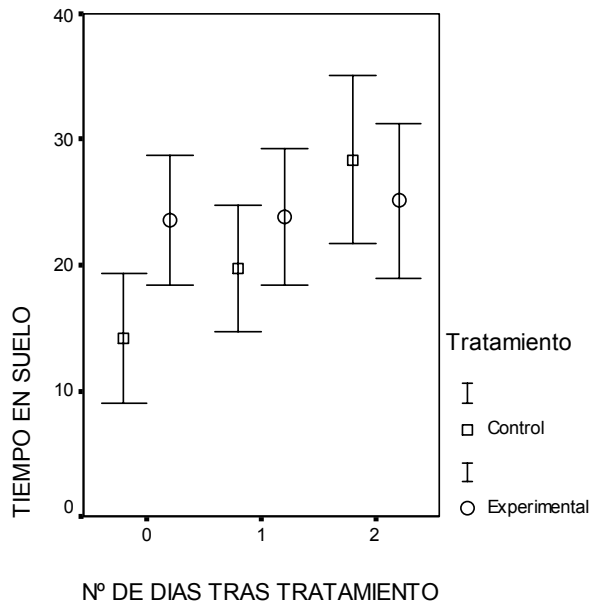
**Figura 5.** *Tiempo empleado en picar la percha (segundos por cada minuto de observación; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento y del número de días transcurridos desde la aplicación del tratamiento experimental.*



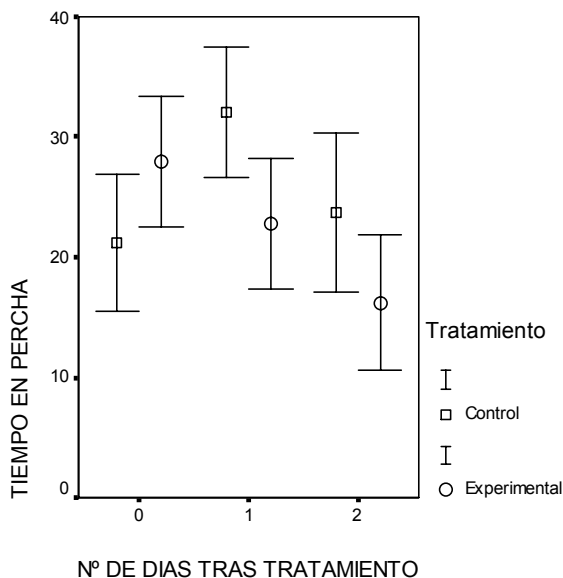
**Figura 6.** Tiempo empleado en picar la percha (segundos por cada minuto de observación; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento y la hora (como en Figura 1).



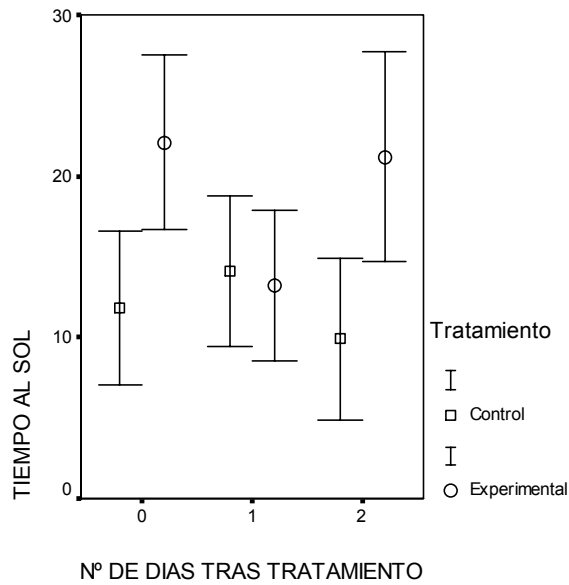
**Figura 7.** Tiempo pasado en zonas de cemento del voladero (segundos por cada minuto de observación; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento y del número de días transcurridos desde la aplicación del tratamiento experimental.



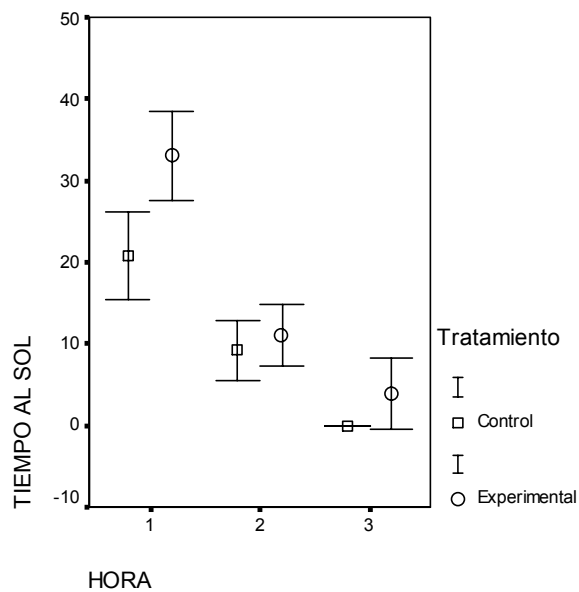
**Figura 8.** Tiempo pasado en zonas de suelo de tierra (segundos por cada minuto de observación; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento y del número de días transcurridos desde la aplicación del tratamiento experimental.



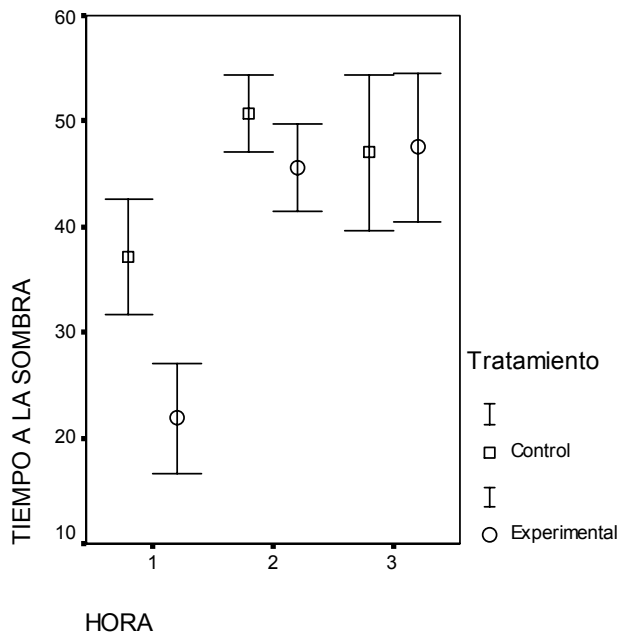
**Figura 9.** Tiempo pasado en perchas (segundos por cada minuto de observación; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento y del número de días transcurridos desde la aplicación del tratamiento experimental.



**Figura 10.** *Tiempo pasado al sol (segundos por cada minuto de observación; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento y del número de días transcurridos desde la aplicación del tratamiento experimental.*



**Figura 11.** *Tiempo pasado al sol (segundos por cada minuto de observación; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento y de la hora (como en Figura 1).*



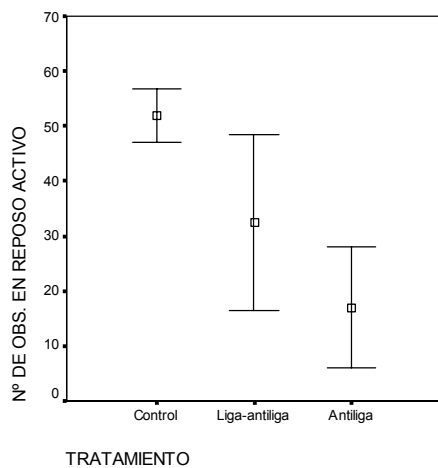
**Figura 12.** *Tiempo pasado a la sombra (segundos por cada minuto de observación; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento y de la hora (como en Figura 1).*

#### 4.2.2. Comportamiento de diamantes

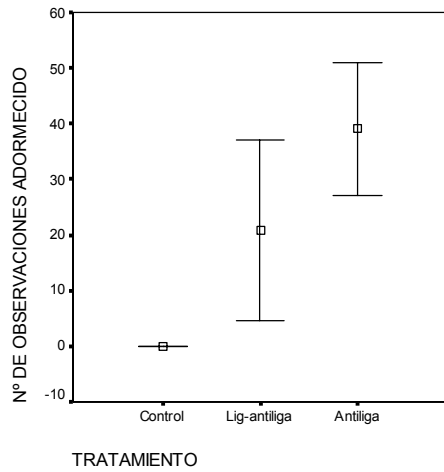
El tratamiento afectó de forma significativa a la frecuencia de observación de varios comportamientos (Figuras 13-18). En resumen, las aves tratadas con antiliga, y en menor medida las tratadas con liga-antiliga, pasaron menos tiempo en reposo activo y cantando, y más tiempo adormecidas (Figuras 13-15). Estas aves experimentales también fueron observadas con menor frecuencia comiendo y bebiendo (Figuras 16 y 17). Por último, las aves tratadas con liga y antiliga fueron observadas picándose la anilla con mayor frecuencia que las control o las tratadas solo con antiliga. Fue particularmente espectacular el efecto narcótico del tratamiento en la hora posterior a la



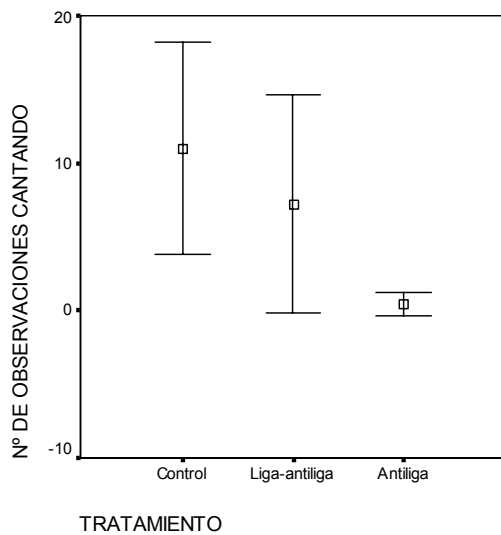
aplicación de la antiliga sobre algunos ejemplares, que llegaban a mostrar un comportamiento similar a la embriaguez, siendo incapaces de mantener el equilibrio sobre la percha, y cayendo dormidos al fondo de la jaula (Foto 1).



**Figura 13.** *Número de observaciones en reposo activo (no adormecido o dormido) (de un total de 60 por individuo; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento experimental.*

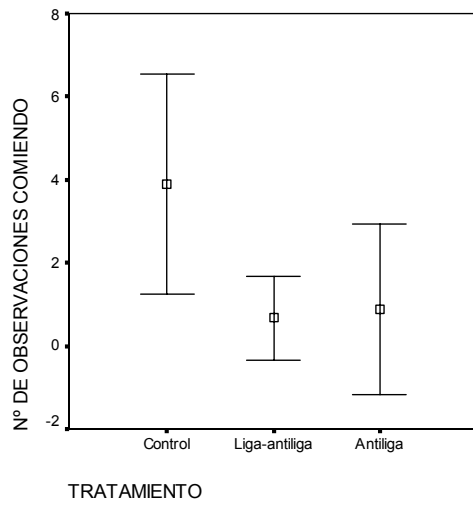


**Figura 14.** Número de observaciones adormecido o dormido (de un total de 60 por individuo; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento experimental.

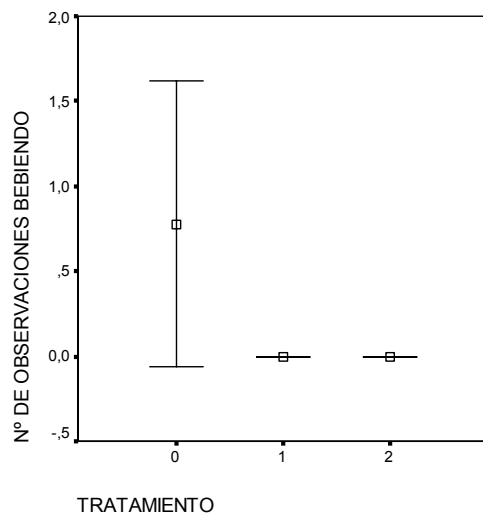


**Figura 15.** Número de observaciones cantando (de un total de 60 por individuo; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento experimental.

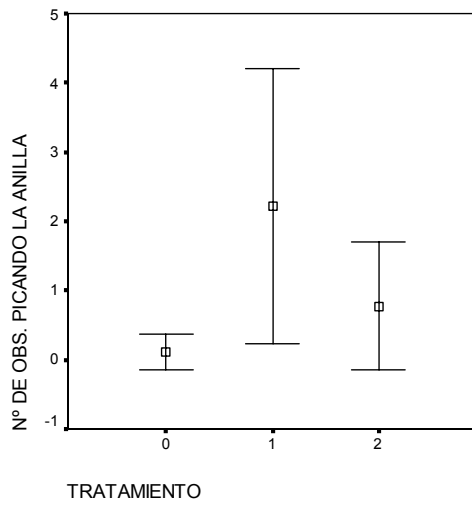




**Figura 16.** Número de observaciones comiendo (de un total de 60 por individuo; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento experimental.



**Figura 17.** Número de observaciones bebiendo (de un total de 60 por individuo; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento experimental.



**Figura 18.** *Número de observaciones picando la anilla (de un total de 60 por individuo; medias e intervalos de confianza al 95%) en función del tratamiento experimental.*



**Foto 1.** *Diamante narcotizado después del tratamiento experimental con antiliga, caído y dormido en el fondo de la jaula.*



#### 4.2.3. Supervivencia

No apreciamos mortalidad natural en ninguno de los zorzales o Fringílicos incluidos en los experimentos de aplicación de liga y antiliga, si bien hay que tener en cuenta que la mayoría de ellos fueron sacrificados en algún momento después del tratamiento para las pruebas veterinarias (parte 6). En los diamantes incluidos en los experimentos de registro de comportamiento y de efecto sobre la impermeabilidad del plumaje (ver parte 5) sí detectamos casos de mortalidad. En concreto, ningún ave control murió, mientras que murieron 4 aves experimentales (2 tratadas con liga y antiliga y dos de las tratadas sólo con antiliga), es decir el 22.2 % de las aves experimentales, aunque esta diferencia no llegó a ser estadísticamente significativa (Test exacto de Fisher agrupando los dos tratamientos experimentales;  $P=0.17$ ), muy posiblemente debido al bajo tamaño de muestra empleado.

#### 4.3. DISCUSIÓN

El tratamiento experimental afectó de forma clara al comportamiento de las aves. El efecto más importante, y el que podría tener consecuencias más serias sobre la supervivencia de las aves liberadas de los paranys, fue sobre el tiempo que las aves pasaban dormidas o adormiladas, posiblemente por el efecto narcótico de alguno de los componentes químicos del producto, muy posiblemente el tolueno (ver punto 2). En particular, en las aves de menor tamaño de las estudiadas, los diamantes, el efecto narcótico pudo ser claramente apreciado durante la hora posterior a la aplicación del tratamiento. En los zorzales, el tiempo pasado adormecidos fue superior en las aves



experimentales sólo durante los dos primeros días desde la aplicación de la liga y la antiliga, desapareciendo las diferencias al tercer día. Esto indica que el efecto narcótico del tratamiento puede tener una duración limitada a 1-2 días, siendo particularmente serio en las horas inmediatas a la aplicación del producto. Esta alteración del comportamiento podría incrementar el riesgo de depredación de las aves liberadas de los paranys.

Las aves tratadas con liga y antiliga tendían a emplear más tiempo en la limpieza del plumaje y menos en reposo a última hora de la mañana, y a emplear más tiempo picando las perchas (o la anilla, en el caso de los diamantes). Ambos efectos pueden deberse a las alteraciones causadas en la microestructura de las plumas (punto 3), de forma que las aves emplearían más tiempo intentando solucionar el problema de suciedad y alteración del plumaje, y limpiándose el pico en las perchas después de adquirir suciedad al limpiarse el plumaje impregnado con liga.

Las aves tratadas con liga y antiliga también tendieron a pasar más tiempo al sol y sobre cemento, lo cual posiblemente refleja la alteración en la capacidad de termorregulación causada por las alteraciones en el plumaje (las aves tratadas con liga y antiliga requerirían mayores tiempos de soleamiento, o usaban con más frecuencia el sustrato más calido, para termorregular de forma óptima). De nuevo, esta alteración del comportamiento podría inducir un mayor riesgo de depredación en las aves liberadas de los paranys.



Por último, en el caso de los diamantes, detectamos incluso una reducción en el tiempo dedicado a comer o beber en las aves tratadas con liga y antiliga o sólo con antiliga. El posible efecto negativo de esta alteración en aves liberadas de los parany es evidente.

En cuanto a la supervivencia, parece haber una clara tendencia a que fuera inferior en los diamantes que fueron incluidos en el experimento de evaluación de la permeabilidad del plumaje (punto 5), aunque las diferencias no llegaron a ser estadísticamente significativas, posiblemente debido al tamaño de muestra relativamente bajo. Las aves que se liberaran de los parany con esa menor impermeabilidad del plumaje, y las alteraciones en el comportamiento que llevan unidas, podrían estar expuestas sin duda a un mayor riesgo de mortalidad por depredación o por problemas asociados a una peor termorregulación, en particular teniendo en cuenta las fechas otoñales en que se realiza esta caza, y la frecuencia de lluvias en el mediterráneo en esa época del año.



## **5. EFECTO SOBRE LA IMPERMEABILIDAD DEL PLUMAJE**

Las aves mantienen la impermeabilidad del plumaje mediante la aplicación de una sustancia oleaginosa segregada por la glándula uropigial, y aplicada al plumaje con el pico. Dadas las propiedades disolventes de lípidos de algunos de los componentes de los productos estudiados, nos planteamos la posibilidad de que pudieran afectar a la impermeabilidad del plumaje. Con el objetivo de estudiar esta posibilidad, diseñamos un protocolo experimental específico, que aplicamos a la muestra de diamantes descrita anteriormente.

### *5.1 MATERIAL Y MÉTODOS*

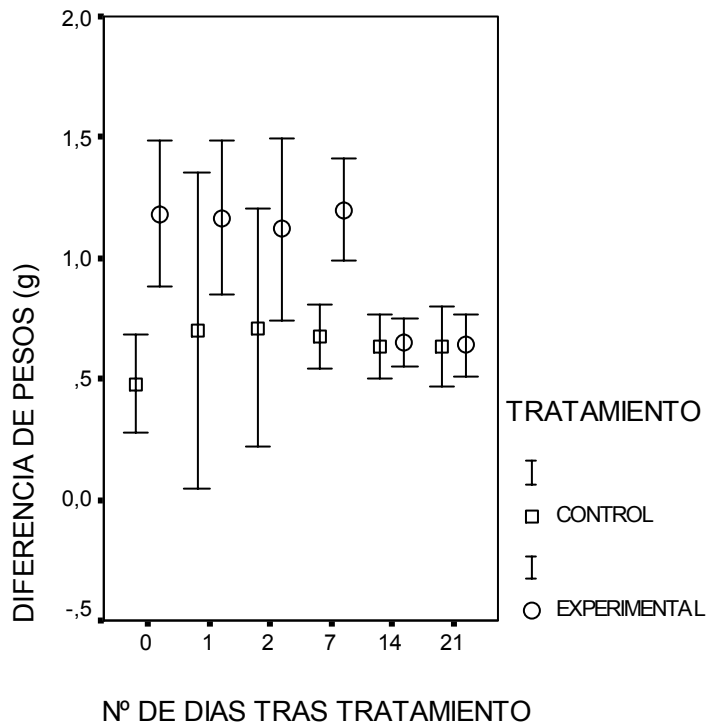
Para el estudio de la impermeabilidad del plumaje utilizamos la misma muestra de diamantes descrita en la parte 4, después de tomar los datos de comportamiento durante la hora posterior a la aplicación del tratamiento experimental. Las aves fueron capturadas individualmente, y se pesaba la jaula con el ave anterior y vacía, considerando la diferencia entre ambos pesos como el peso del ave. A continuación el ave era introducida en un cubo con agua durante 5 segundos, manteniendo en seco la cabeza. A continuación se devolvía a su jaula, y se volvía a pesar. La diferencia de pesos antes y después de introducirse el ave en el agua sería debida a la cantidad de agua retenida por el plumaje, y constituye por tanto un buen indicador de su impermeabilidad. Esta operación se realizó el día del tratamiento experimental (día 0), y 1, 2, 7, 14 y 21 días después.



## 5.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La diferencia de pesos entre las aves antes y después de ser sumergidas en agua estuvo afectada significativamente por el tratamiento experimental (ANOVA de dos vías;  $F=9.31$ ,  $g.l.=2$ ,  $P<0.001$ ), y por el número de días transcurridos desde el día en que se aplicó el tratamiento experimental ( $F=3.79$ ,  $g.l.=5$ ,  $P=0.003$ ). La interacción entre ambos factores no fue significativa ( $F=1.15$ ,  $g.l.=10$ ,  $P=0.33$ ; modelo total corregido:  $F=3$ ,  $g.l.=17$ ,  $P<0.001$ ; Figura 1). Es decir, las aves tratadas con liga y antiliga o antiliga tuvieron una clara disminución en la impermeabilidad del plumaje que se prolongó al menos durante una semana, desapareciendo ya estas diferencias en el muestreo realizado dos semanas después de la aplicación del tratamiento (Figura 1).

Esta reducción en la capacidad de impermeabilización puede ser la responsable de la mayor mortalidad detectada en los grupos experimentales en comparación con los grupos control. Es importante remarcar que los experimentos se realizaron en el mes de julio, con altas temperaturas, y que las aves fueron mantenidas, pues, en un ambiente térmico óptimo. Es de suponer que si este mismo experimento se desarrollara en otoño, las fechas típicas de la caza con parany, es posible que el efecto negativo de la reducción en impermeabilidad hubiera sido mayor. Igualmente, es también de esperar que esta seria reducción de la impermeabilidad afectara de forma importante a aves silvestres liberadas de los parany y que estuvieran expuestas a alguna de las lluvias otoñales tan típicas de la costa mediterránea en otoño.



**Figura 1.** Diferencia entre el peso seco y el peso del ave después de haber sido mantenida 5 sg sumergida en agua (indicador de la cantidad de agua retenida por el plumaje). Diferencia entre tratamientos, y variación en función del número de días transcurrido desde el día en que se aplicó el tratamiento experimental. Se han agrupado los tratamientos con liga y antiliga y solo con antiliga, ya que no se encontraron diferencias significativas entre ellos.





## 6. ANÁLISIS DE POSIBLES EFECTOS PATOLÓGICOS

En vista de las claras alteraciones de comportamiento detectadas en las aves experimentales (Punto 4), así como de la evaluación de la toxicidad de los productos implicados (Punto 2), decidimos realizar análisis más detallados de parámetros hematológicos, parasitológicos e histopatológicos, con la intención de determinar hasta que punto los tratamientos experimentales podrían tener efectos patológicos internos.

### 6.1 MATERIAL Y MÉTODOS

#### 6.1.1. Toma de muestras y examen macroscópico

De las aves empleadas en la primera fase del estudio se eutanasiaron 16 de forma humana (bajo anestesia de inhalación) con el fin de efectuar una necropsia reglada. Las 16 aves se repartían en cuatro grupos de tres zorzales y un Fringílido cada uno. Las aves del primero de estos grupos fueron eutanasiadas 24 horas después del tratamiento experimental (aplicación de liga y antiliga replicando las circunstancias en que este tratamiento se hace en los paranys, ver Capítulo 3). El resto de aves fueron eutanasiadas en los días 5, 15 y 30 post tratamiento. De las aves (diamantes) empleadas en la segunda fase del estudio se eutanasiaron 8 individuos a los 30 días post tratamiento, incluyendo este grupo 2 controles y seis animales tratados. Las muestras del total de 24 aves analizadas se trataron de la misma manera.



Previamente a la anestesia se extrajeron de cada animal entre 0,2 y 0,5ml de sangre mediante venipunción de la vena yugular. Se efectuaron inmediatamente dos extensiones, y el resto de la muestra se transfirió a tubos estériles con heparina litio. La sangre se trasladó de forma inmediata al laboratorio donde se procedió a la realización de un microhematocrito, la medición de las proteínas totales mediante un refractómetro, así como el centrifugado de la muestra y posterior separación y congelación a -20° C del plasma sanguíneo.

#### *6.1.2. Estudio biométrico*

En todos los individuos se realizó la determinación de la especie, del sexo y la edad, así como la toma de medidas biométricas (peso, longitud y grosor del tarso, grado subjetivo de condición física).

#### *6.1.3. Necropsia reglada y toma de muestras*

Después de un examen externo detallado se procedió al corte de alas y cola, que fueron guardadas nuevamente en congelación para su examen posterior. Cada ave fue sometida a una necropsia reglada y detallada durante la cual se tomaron muestras para el examen histopatológico (cerebro, buche, tráquea, pulmón, corazón, proventrículo y ventrículo, duodeno, páncreas, hígado, bazo, riñón, gónadas, glándulas adrenales, músculo esquelético y médula ósea) que se fijaron en formol tamponado al 10%, y muestras para toxicología (tráquea, pulmón, riñón, hígado, vesícula biliar, cerebro y hueso) que fueron transferidas a tubos eppendorf y congeladas a -20° C. También se



realizó un estudio parasitológico rutinario (coprología cualitativa y cuantitativa y examen del contenido digestivo) y se conservaron muestras para cultivo microbiológico en caso de ser necesario.

#### *6.1.4. Análisis histopatológico*

Todas las muestras de tejidos fijadas en formol fueron procesadas mediante inclusión en parafina, corte al microtomo y tinción mediante hematoxilina y eosina, para obtener cortes histológicos para su análisis. Todos los cortes fueron examinados mediante un microscopio óptico a 4, 10, 40 y 100 aumentos. Para el análisis estadístico de los efectos del tratamiento liga/antiliga se clasificaron las lesiones más destacables según su gravedad en categorías.

#### *6.1.5. Hematología y análisis de proteínas séricas*

Las extensiones de sangre obtenidas fueron teñidas mediante una tinción panóptica rápida, montadas y examinadas mediante un microscopio óptico en campo claro a 40 y 100 aumentos. Durante el examen se obtuvieron los siguientes datos: Recuento total de leucocitos, recuento diferencial de leucocitos, ratio de heterófilos versus linfocitos, recuento de número de hemoparasitos/100 leucocitos, grado de toxicidad de heterófilos e índice de policromasía.



#### *6.1.6. Análisis de proteínas séricas*

Este análisis sólo se pudo realizar con muestras procedentes de las aves de la primera fase del estudio debido a la escasez de plasma sanguíneo obtenido de los diamantes. El análisis se efectuó utilizando el sistema automatizado de Hydrasis (Sebia Hispania S.L.). Las bandas obtenidas fueron escaneadas y las curvas analizadas de forma manual para la identificación de las concentraciones de las proteínas séricas.

#### *6.1.7. Análisis estadístico de los datos*

Debido al pequeño tamaño muestral, los datos obtenidos fueron analizados mediante estadística no paramétrica. El efecto del tratamiento con “liga + antiliga” y “antiliga” sobre los distintos parámetros hematológicos o las proteínas séricas se evaluó mediante el test de la U de Mann Whitney. El mismo test fue utilizado para comparar la extensión de las lesiones microscópicas encontradas con los distintos tratamientos.

### *6.2. RESULTADOS*

#### *6.2.1. Estudio hematológico*

No se encontraron diferencias significativas en el valor del hematocrito de las aves tratadas y no tratadas, ni entre el valor inicial y post tratamiento de las mismas. Por el contrario, las aves tratadas mostraron proteínas totales significativamente menores (Fig.1, tabla 1). Este efecto se detectó tanto en las aves tratadas con “liga + antiliga”

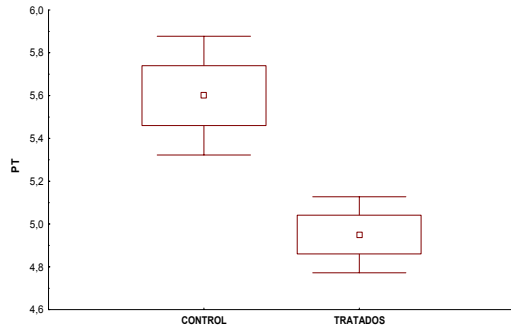


como en aquellas en las que sólo se aplicó la “antiliga” (Fig. 2). No se encontraron diferencias en el análisis de las proteínas séricas (proteinograma) de las aves tratadas y no tratadas (Tabla 1, Mann Whitney U test,  $p > 0,05$ ).

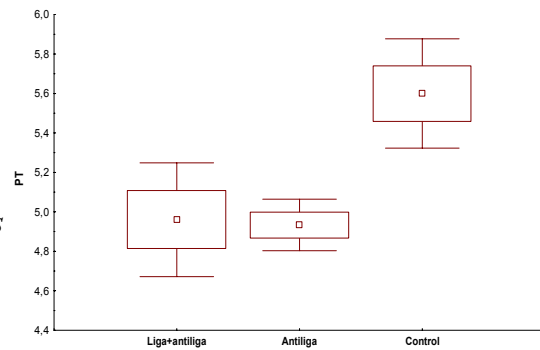
**Tabla 1.** Valores hematológicos y de proteínas séricas en zorzales y diamantes sometidos a tratamientos experimentales de liga y antiliga, de antiliga solo y de animales control.

	Liga + Antiliga				Antiliga				Control			
	Zorzales		Diamantes		Zorzales		Diamantes		Zorzales		Diamantes	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
HTO	46.5	0.71	61.5	0.71	47.5	0.71	51	0	47	0.71	59.5	2.12
PT	5.10	0.14	4.8	0.57	5.10	0.14	4.99	0.12	6	0	5.50	0.14
LT	4300	2254	3600	0	3866	20.4	2000	529	1600	282	3900	707
LINF	64.8	16.8	68	2.8	66.6	2.01	53	39.3	77.5	14.8	36	34
HET	25.3	10.5	28.5	3.5	29.6	5.5	43	41.1	21.5	13.4	53.5	24.7
EOS	9.5	11.1	2.5	0.7	2.33	3.2	3.3	5.7	1	1.41	4	4.24
MON	0.33	0.8	0.5	0.71	0	0	0.33	0.58	0	0	1.00	1.41
BAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IPC	5.33	4.23	0.5	0.71	1	0	0	0	2.5	2.1	4	5.6
HET/LINF	0.47	0.31	0.42	0.07	0.45	0.09	3.2	5.02	0.27	0.19	3.25	3.77
PREALB	1.64	0.54	-	-	1.7	0.78	-	-	1.10	0	-	-
ALB	36.4	5.15	-	-	37.7	4.2	-	-	34.3	0	-	-
ALFA 1	5.8	2	-	-	5.8	4.6	-	-	5.7	0	-	-
ALFA 2	79.7	119	-	-	27.8	1.51	-	-	23.6	0	-	-
BETA 1	18	3.2	-	-	27	4.9	-	-	23.6	0	-	-
GAMMA	10.9	2.14	-	-	7.2	1.05	-	-	15.4	0	-	-
A/G RATIO	0.58	0.12	-	-	0.61	0.11	-	-	0.52	0	-	-

No se identificaron diferencias significativas en la fórmula leucocitaria de las aves tratadas y control tanto en el recuento total de leucocitos como en el leucograma. En el 47.6 % de las aves examinadas se encontraron parásitos hemáticos de los géneros *Leucocytozoon*, *Aegyptianella*, *Haemoproteus* y *Microfilarias* sin identificar. *Leukocytozoon* sp. (Fig. 3) fue el más frecuentemente identificado con un 28.51 % de aves infectadas.



**Figura 1.** Variación de las Proteínas totales entre aves tratadas y control  
Mann Whitney U test,  $Z=2.71$   $p<0.006$



**Figura 2.** Variación de las Proteínas totales en función del tratamiento. KW Chi2= 7.2; df=2;  $p<0.03$



**Figura 3.** *Leucocytozoon* sp. encontrado en los zorzales analizados.



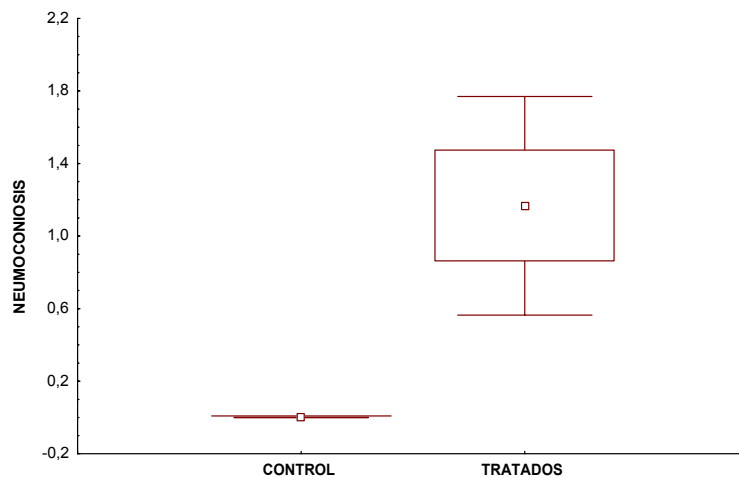
### 6.2.2. Estudio macroscópico

Durante el examen macroscópico de las aves necropsiadas no se encontraron lesiones destacables a excepción de congestión pulmonar en dos de los zorzales eutanasiados a los 30 días y en dos de los diamantes tratados con liga y antiliga así como hepatomegalia en un diamante control. Cabe señalar que la mayor parte de las aves silvestres presentaban una musculatura pectoral aclarada y petequias en varios puntos de la musculatura esquelética examinada (músculos pectoral y del muslo), lesiones consideradas compatibles con una miopatía de captura.

### 6.2.3. Estudio histológico

En los grupos de la primera fase del experimento no se pudieron observar lesiones microscópicas destacables en los grupos sacrificados a las 24 horas y 5 días post-tratamiento. La observación de algunas alteraciones potencialmente asociadas a los tratamientos experimentales en los animales examinados transcurridos 15 y 30 días desde el tratamiento origino la decisión de sólo sacrificar un grupo de animales de la segunda fase del estudio a los 30 días post tratamiento.

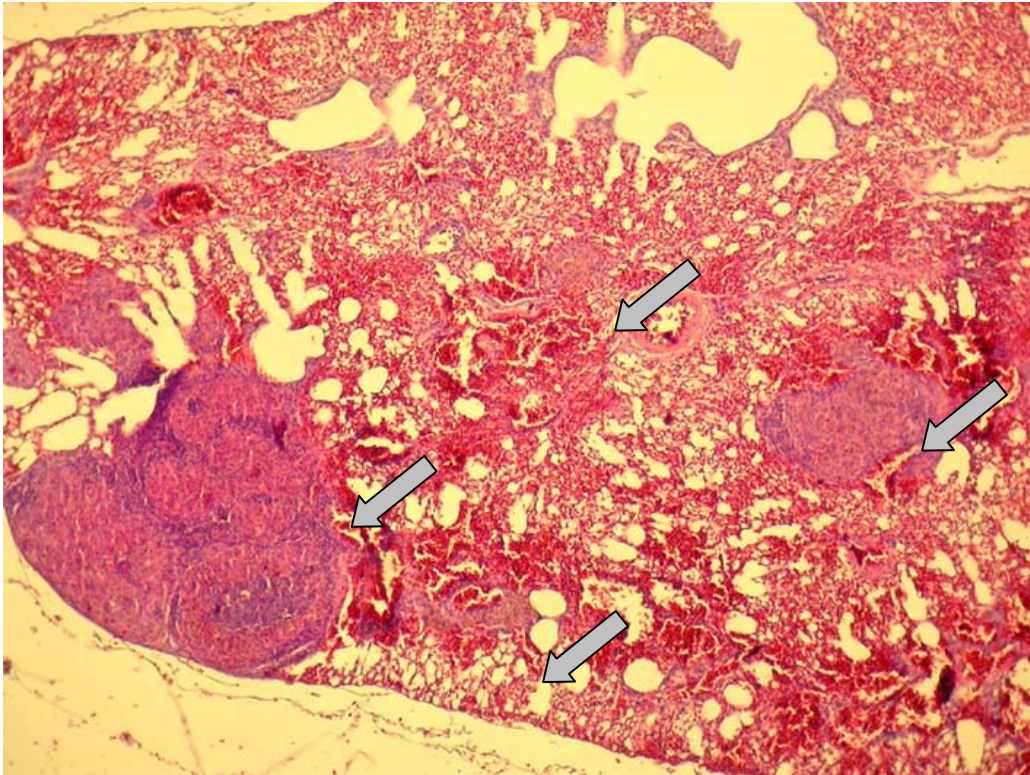
Microscópicamente, todas las aves presentaron congestión pulmonar moderada – debido posiblemente a la anestesia previa al sacrificio de las aves, aunque dicha congestión parecía de más gravedad en las aves tratadas que en los controles sin que esta diferencia fuera estadísticamente significativa. Las aves tratadas con “liga y antiliga” y con “antiliga” respectivamente presentaron un mayor grado de neumoconiosis que las aves control (Figuras 4 a 6).



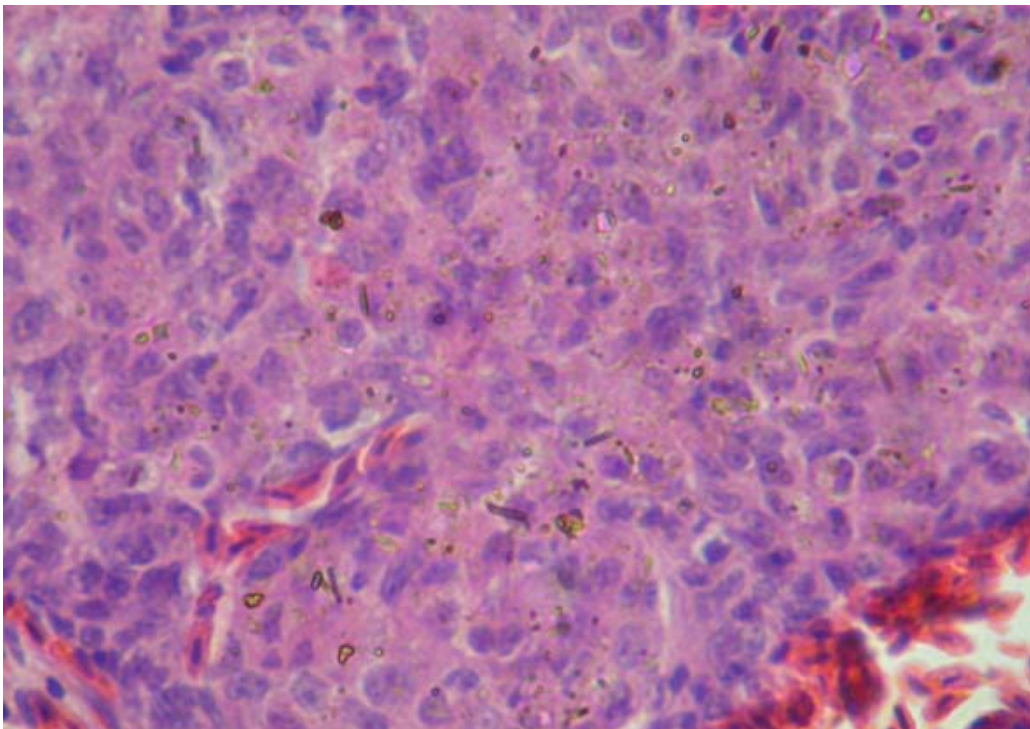
**Figura 4.** Las aves tratadas presentaban un mayor grado de pneumoconiosis que las aves control. Debido al pequeño tamaño de muestra estas diferencias son solo marginalmente significativas (Mann-Whitney U Test,  $Z=-1.76$ ;  $p = 0.07$ ).

No se observaron otras lesiones histológicas de variación significativa entre las aves tratadas y los animales control. Como hallazgos adicionales cabe mencionar la presencia de un parásito en el uréter de uno de los zorzales, una traqueitis con hiperplasia del epitelio traqueal, e infiltrado mixto, de origen desconocido, y lipidosis hepática marcada en un diamante control, y de menor grado en dos diamantes tratados.





**Figura 5.** *Neumoconiosis en un diamante 30 días post tratamiento con liga y antiliga. Los granulomas (flechas) confluyen y ocupan gran parte del tejido pulmonar.*



**Figura 6** *Neumoconiosis. Presencia de partículas en el interior de un granuloma.*



### 6.3 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Aunque las aves incluidas en el estudio tenían, después de haberse recuperado de los efectos agudos del tratamiento descritos con anterioridad, un aspecto clínico aparentemente normal, se detectaron efectos sobre su estado de salud a largo plazo. El efecto descrito de disminución de proteínas totales se observa tanto en aves tratadas con “liga y antiliga” como en aves tratadas únicamente con “antiliga” lo cual permite deducir que el efecto se debe a la exposición a la “antiliga”. Las proteínas totales en este estudio se han determinado mediante el uso de un refractómetro, un método que incluye en esta medida algunas sustancias no proteicas (como Ionos) presentes en el plasma sanguíneo, y es denominado mas correctamente sólidos totales. El hecho de que se observe una reducción de las proteínas totales medidas con refractómetro, pero ninguna variación en los datos de la electroforesis de proteínas séricas, indica que muy posiblemente la reducción se debe a una lesión renal, causante de una pérdida generalizada de proteínas de diferentes tipos (albumina, inmunoglobulinas etc.) y de algunos electrolitos incluidos en estos sólidos totales. Después de un plazo de 30 días post tratamiento se trata de un daño renal funcional, ya que histológicamente y macroscópicamente no se pudo observar ninguna lesión. Sería de importancia investigar otros metabolitos indicativos del funcionamiento renal, la posible recuperación de los valores en las aves afectadas y la aparición de lesiones morfológicas a más largo plazo. Sin embargo, estos resultados indican claramente que el tratamiento con antiliga afecta de forma clara a la función renal, al menos a corto plazo, que es el que hemos medido en este estudio.



La neumoconiosis es una lesión pulmonar que se desarrolla como respuesta a la inhalación de partículas potencialmente dañinas para el organismo. Incluye la fagocitosis de estas partículas y la formación de granulomas peribronquiales de “cuerpo extraño”. La formación extensa de este tipo de granulomas produce la pérdida de tejido pulmonar funcional y reduce, con esto, la capacidad del ave para el vuelo. A largo plazo, pueden inducir la aparición de neumonías alérgicas y/o de procesos neoplásicos. Este resultado también demuestra un efecto negativo, al menos a corto plazo, del tratamiento sobre el sistema respiratorio de las aves estudiadas.



## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

- El C-96 y la antiliga contienen elementos químicos con capacidad narcótica y tóxica probada y que, por tanto, pueden afectar potencialmente al comportamiento y supervivencia de las aves que se intenten liberar de los paranys. Es importante que, de aplicarse esta técnica, se intente evitar en lo posible la inhalación del producto por parte de las aves. Sería conveniente ensayar algún método, como collares cónicos amplios, o algún sistema similar, que impidiera o redujera la llegada de los gases al aparato respiratorio.
- Los efectos negativos de la liga y la antiliga se deben al uso de determinados elementos químicos en su elaboración. Se debería continuar buscando alternativas con productos químicos no tan agresivos.
- El efecto narcótico de la antiliga fue muy claro, en particular sobre las especies de Passeriformes de menor tamaño, que constituyen el grupo más importante de aves, desde el punto de vista numérico, que se pretenden liberar de los paranys mediante esta técnica. El efecto narcótico no se extendió aparentemente más allá de 48 horas. Por tanto, una posible forma de paliar este efecto negativo sería mantener en cautividad durante un periodo equivalente a las aves que se pretende liberar.
- El tratamiento con liga y antiliga afectó a otras facetas del comportamiento que también podrían hacer susceptibles a las aves liberadas a un mayor riesgo de depredación y por tanto de mortalidad (tendencia a pasar más tiempo al sol, incremento en actividades que reducen la vigilancia, como el adormecimiento o la limpieza de plumaje, o incluso reducción en el tiempo dedicado a actividades de importancia vital como la alimentación). De nuevo, estos efectos fueron más marcados en un periodo breve después del tratamiento, y podrían paliarse mediante el mantenimiento en cautividad durante 48 horas.
- El tratamiento con antiliga alteró negativamente el grado de apelmazamiento y cohesión de las bárbulas del plumaje. El tratamiento con liga y antiliga incrementó además el grado de suciedad del plumaje. Estos efectos pueden explicar algunas de las alteraciones de comportamiento detectadas (incremento



- en tiempo de limpieza de plumaje y pico), así como la clara reducción en la impermeabilidad del plumaje detectada experimentalmente.
- El tratamiento con liga y antiliga, o sólo con antiliga, redujo de forma muy clara la impermeabilidad del plumaje durante un periodo superior a una semana e inferior a dos. Este problema puede ser particularmente serio y explicar la tendencia observada a una mayor mortalidad en las aves que estuvieron expuestas a este tratamiento, así como a la inmersión experimental en agua. Es importante remarcar que este problema sin duda puede ser aún más serio en aves liberadas al campo durante el otoño, cuando previsiblemente pueden estar expuestas a lluvias intensas y temperaturas relativamente bajas. Para eliminar este problema sería necesario el mantenimiento en cautividad de las aves antes de liberarlas durante al menos un periodo de dos semanas.
  - Por último, parece que el tratamiento con C-96 y antiliga puede incluso afectar a la salud de las aves tratadas a más largo plazo (lesiones renales y pulmonares). De nuevo, intentar evitar la inhalación del producto sería la principal recomendación, aunque en este caso es difícil estimar hasta qué punto el comportamiento de limpieza de plumaje puede ser también responsable de los efectos detectados.
  - En definitiva, el uso del C96 y la antiliga puede llevar aparejados efectos fisiológicos, etológicos y patológicos sobre las aves tratadas. Estos efectos pueden incrementar la probabilidad de mortalidad de las aves tratadas. Estos efectos pueden paliarse, al menos parcialmente, reduciendo la inhalación de gases, y mediante el mantenimiento en cautividad durante un periodo antes de liberar a las aves en el campo.
  - Sin embargo, el mantenimiento en cautividad durante los periodos requeridos (más de una semana para eliminar el efecto sobre la impermeabilización) de, al menos, algunas especies de aves silvestres (por ejemplo pequeños insectívoros) susceptibles de ser capturadas en los paranys, y en pleno viaje migratorio, puede resultar altamente problemático. En primer lugar, muchas de estas especies son difíciles de mantener en cautividad periodos prolongados. En caso de conseguirse, la alta duración del periodo de mantenimiento en cautividad y el estrés asociado, que puede ser particularmente alto en aves migratorias, podría





tener efectos negativos sobre la condición física, sistema inmune o adquisición de parásitos. Se necesitaría investigación adicional sobre estas especies y el daño causado por el mantenimiento en cautividad.

- Estos riesgos indican que la caza con parany, si no prohibirse totalmente, al menos debería reducirse notablemente, en especial teniendo en cuenta que los propios paranyers que defienden la faceta más tradicional de esta caza, reconocen que se ha adulterado notablemente en las últimas décadas, incrementándose de forma desorbitada el número de capturas, por el aumento en el número de paranyes y el uso de técnicas ilegales, que, cuando menos, e incluso desde el punto de vista estrictamente cinegético, deberían considerarse innobles (por ejemplo el uso de reclamos artificiales o la caza nocturna).
- Una posible vía para resolver el conflicto entre los defensores de una caza tradicional que lleva unidas actividades con un indudable interés cultural (elaboración de paranyes tradicionales, reclamos de boca), y que tiene más de 2000 años de antigüedad en el sur de España, y el de los conservacionistas que están preocupados por su falta de selectividad, podría ser restringir los permisos de caza con este método a un selecto grupo de paranyers que demuestren de forma consistente su implicación en el mantenimiento de esta caza tradicional en estado puro. El seguimiento de estos paranyes debería realizarse por organismos o individuos independientes, como anilladores, con lo cual, además de asegurar un seguimiento independiente, por un lado mejoraríamos nuestro conocimiento sobre la selectividad de este método, se intentarían mejorar los sistemas que incrementan la selectividad como el analizado en este informe, y, por último, se contribuiría a la obtención de información científica sobre las aves migratorias en la costa mediterránea.