

SEÑALIZACIÓN CON ORINA Y EXCRECIÓN POR LOBOS EN CAUTIVIDAD: CRITERIOS DE IDENTIFICACIÓN Y DIFERENCIAS SEXUALES

I. BARJA Y F. J. DE MIGUEL

Depto. Biología (Unidad Zoología). Fac. Ciencias. Univ. Autónoma Madrid. 28049 Madrid.
(isabel.barja@adi.uam.es) (javier.demiguel@uam.es)

RESUMEN

En un estudio realizado en cautividad a lo largo de un año, con dos parejas reproductoras de lobo ibérico (*Canis lupus signatus* Cabrera, 1907), se observó que las micciones se efectuaban sobre sustratos llamativos y elevados (árboles y rocas). Al orinar con la pata levantada (postura característica de los machos) los lobos usaban sustratos llamativos y elevados, mientras que al orinar en cuclillas (postura característica de las hembras) lo hacían predominantemente en el suelo. Se observaron también diferencias intersexuales significativas, siendo menor la duración media de las micciones en los machos que en las hembras. Además, en los individuos que exhibían una mayor tasa de micciones, la duración media de cada episodio fue menor. En los lobos, la postura utilizada para orinar, la duración de las micciones, la frecuencia y la cantidad de orina vertida en cada micción, pueden utilizarse como criterios para distinguir el marcaje oloroso de la mera eliminación. Los resultados aquí obtenidos ponen de manifiesto que los machos utilizan la orina como un método de señalización, mientras que en las hembras un porcentaje muy elevado de las micciones tiene una función excretora, jugando un papel menos claro en el marcaje oloroso.

Palabras clave: cautividad, diferencias intersexuales, excreción, lobo, marcaje oloroso, posturas de marcaje.

ABSTRACT

Signalling with urine and excretion by captive wolves: criteria for identification and sexual differences

In a study carried out during a year in captivity, with two reproductive pairs of Iberian wolf (*Canis lupus signatus* Cabrera, 1907), it was observed as the micturitions were made onto conspicuous and high substrates (trees and stones). For raised leg urination (a typical males posture) conspicuous and high substrates were selected, while squat urination (a typical females posture) was carried out directly on the ground. Significant intersexuales differences were observed, the mean duration of the motor acts was lesser in males. Besides, the mean length of episodes was lesser in those individuals that urinated more frequently. In wolves, the posture adopted during urination, the urination length, the frequency and the urine volume voided in each episode can be employed as criteria for distinguish between elimination and scent marking. The results showed that the males use the urine as a method of signalling, while in females a very high percentage of the micturitions has mainly a excretory function, playing a less clear role in scent marking.

Keywords: captivity, excretion, intersexual differences, marking postures, scent marking, wolf.

INTRODUCCIÓN

El papel de la orina en la marcación, así como el dimorfismo sexual que acompaña a los actos motores implicados en la misma, han sido ampliamente documentados en cánidos (Kleiman 1966, Mech 1970, Sprague y Anisko 1973, Bekoff 1979, Wells y Bekoff 1981, entre otros). Peters y Mech (1975) identificaron 4 tipos de marcaje oloroso en lobos cautivos: orinar con la pata levantada, orinar en cuclillas, rascar en el suelo y defecar. Tanto en lobos como en otros cánidos, el orinar con la pata levantada ha sido considerado como una forma de marcaje oloroso y visual (Kleiman *op. cit.*, Ewer 1973, Macdonald 1979, Barrette y Messier 1980). Las ventajas potenciales derivadas de esta postura incluirían: a) un aumento del “espacio activo” de la marca, al ser colocada en una posición elevada, y b) una imagen realzada del individuo que orina, bien visible a distancia (H. Hediger, en de Miguel 1994). Además, las marcas resultantes podrían considerarse señales honestas (y por tanto fiables), por ser su altura con respecto al suelo una señal demostrativa del tamaño del emisor (H. Hediger, en Miguel *op. cit.*). Las posibilidades comunicativas de las micciones con la pata levantada quedan casi restringidas a los machos, pues aunque las hembras dominantes en determinadas situaciones (durante el celo o en la época reproductora) pueden orinar levantando la pata (Kleiman *op. cit.*, Peters y Mech *op. cit.*), la postura no llega a ser nunca tan eficiente, por imperativos anatómicos, como la de los machos. En cuanto al orinar en cuclillas su función en la señalización está poco clara, siendo en este caso muy difícil separar lo que es puramente excreción de lo que sería marcaje. Los lobos subordinados y sexualmente inmaduros de ambos sexos generalmente orinan en cuclillas; mientras que los individuos dominantes normalmente orinan con la pata levantada (Peters y Mech *op. cit.*). Los criterios propuestos por algunos autores a la hora de adjudicar a las micciones efectuadas en cuclillas una función principalmente excretora han sido los siguientes: a) la ausencia de una postura conspicua y estereotipada (Kleiman *op. cit.*, Peters y Mech *op. cit.*) y b) el gran volumen de orina que se emite, que por añadidura está sujeto a poca variabilidad (Rothman y Mech 1979).

MÉTODOS

El estudio se realizó en el Zoo de Madrid, con dos parejas reproductoras de lobo ibérico (2 machos y 2 hembras adultos) mantenidas en un recinto exterior de 620 m². Las dos parejas ocupaban el mismo recinto, pero eran exhibidas de forma alterna y no compartían la instalación con ningún otro ejemplar. Durante la primavera de 1997 se observó la reproducción de una de las parejas (cópula: 30/03/97,

parto: 10/06/97), pero inmediatamente después de nacer las crías fueron devoradas por sus progenitores. La misma pareja se reprodujo de nuevo la primavera siguiente (cópula: 02/04/98, parto: 02/06/98) y sobrevivieron todos los cachorros. La otra pareja estudiada únicamente se reprodujo en 1998 (cópula: 03/03/98, parto: primeros de junio de 1998), pero todas las crías nacieron muertas.

Las observaciones abarcaron desde marzo de 1997 hasta abril de 1998 y supusieron un total de 900 horas de observación. Al observar a los lobos, durante el período previo a la toma de datos, se pudo comprobar que estaban más activos a primeras horas de la mañana, realizando el 69,6% de los marcajes con orina. Por tanto, el registro de datos se realizó durante esta franja horaria por suponer que la probabilidad de que marcaran sería mayor. Durante el primer mes se recurrió al muestreo *ad libitum* (*Ad Libitum Sampling*), a fin de caracterizar las pautas implicadas en la señalización con orina. Por ser los episodios de señalización de duración corta y poco frecuentes, a partir de ese momento se realizó un muestreo de conducta (*Behaviour Sampling*). Una vez a la semana durante un período de 3 h. se observaba de forma simultánea a todos los individuos y se registraban todos los episodios de señalización con orina que ocurrían durante el período de observación. Cada vez que un animal depositaba una señal se anotaban los siguientes datos: fecha, tipo de señal (diferenciando entre UR1, orinar con la pata levantada; UR2, orinar en cuclillas; UR1+ESC, orinar con la pata levantada y luego rascar el suelo; UR2+ESC, orinar en cuclillas y luego rascar el suelo), individuo y tipo de sustrato. Además, siempre que era posible se cronometraba la duración de los actos motores. Las pautas de conducta implicadas en la señalización con orina se registraron de forma continua.

Pruebas estadísticas

Para constatar si existían diferencias significativas entre los tipos de marcaje en función de la postura adoptada (UR1/UR2) y el tipo de sustrato orinado, se utilizaron tablas de contingencia usando el estadístico exacto de Fisher. El grado de relación entre la duración media de los marcajes y la tasa de marcaje se realizó por medio del coeficiente de correlación de Spearman. La prueba de la U de Mann-Whitney se usó para determinar si las diferencias en la duración media de los episodios de marcaje entre machos y hembras lo eran de manera significativa.

Se utilizaron dos métodos descriptivos: análisis de correspondencias simple y AnswerTree. El análisis de correspondencias se realizó para interpretar las relaciones entre las categorías de las variables “tipo de marcaje” y “sustrato marcado”, y entre las variables “tipo de marcaje” e “individuo”. El AnswerTree se utilizó para clasificar las emisiones de orina según la postura utilizada (orinar con la pata levantada y orinar

en cuclillas), basándonos en la información aportada por las variables “individuo” y “sustrato”. Este sistema crea con gran exactitud sistemas de clasificación que se visualizan como “árboles de decisión”. Los árboles de decisión corresponden a gráficos que ilustran las reglas de decisión. Parten de un nodo raíz que contiene todas las observaciones de la muestra. A medida que se desarrolla el árbol, los datos se dividen en ramas de subconjuntos de datos exclusivos.

Para predecir si las micciones correspondían a un macho o a una hembra (variable dependiente) en función de las variables independientes (tipo de marcaje en función de la postura adoptada, tipo de sustrato, meses y altura), se realizó una regresión logística binaria. Este método explicativo estima, mediante una función lineal de las variables independientes, la probabilidad de que cada caso pertenezca a cada uno de los dos grupos establecidos por los valores de la variable dependiente.

RESULTADOS

Al analizar la distribución espacial de 204 micciones, se observaron diferencias significativas en el uso de los sustratos conspicuos en función del tipo de marcaje utilizado (UR1/UR2) ($F = 51,9$; $p = 0,000$; $n = 204$). Cuando orinaban con la pata levantada (UR1, postura característica de los machos), lo hacían preferentemente sobre sustratos conspicuos (96,7%), mientras que si orinaban en cuclillas (UR2, postura característica de las hembras), lo hacían predominantemente en el suelo (66,7% frente al 33,3%). En un análisis de correspondencias simple para las variables «sustrato» y «tipo de marcaje con orina», la varianza explicada fue del 97%, siendo para el primer factor del 81,2%. La disposición de las categorías de ambas variables respecto a los ejes mostró una fuerte correlación con el eje 1, de modo que se asociaron los valores positivos con los tipos “UR1” y “UR1+ESC” y con los sustratos “rocas”, “paredes” y “leñosas”. Los valores negativos del eje 1 se asociaron con “UR2” y “UR2+ESC” y con el sustrato “tierra”. Los sustratos “hoyos”, “herbáceas” y “carne” fueron orinados tanto en cuclillas como con la pata levantada (Figura 1).

El análisis de correspondencias simple de las variables «tipo de marcaje con orina» e «individuo», permitió obtener dos nuevos factores que explicaron conjuntamente el 97,1% de la variabilidad total acumulada, lo que se considera suficiente para la correcta interpretación del gráfico. El factor 1 es el que mejor representa la dispersión de la muestra, explicando el 88%. Comparando las proyecciones de las categorías de la variable «tipo de marcaje con orina», puede observarse que las categorías UR1 y UR1+ESC están muy próximas entre sí, mientras que las categorías

UR2 y UR2+ESC se hallan bastante distanciadas y alejadas de las dos anteriores. Las proyecciones de las categorías de la variable «individuo», colocan a las hembras próximas entre sí y las alejan de los machos que se distribuyen muy próximos. Por lo que se refiere a la relación entre las categorías de ambas variables, los machos se encuentran próximos a UR1 y UR1+ESC, presentando una mayor tendencia que las hembras a orinar con la pata levantada y a escarbar tras orinar en esta posición. Por el contrario, las hembras se encuentran próximas a UR2, que constituye su forma típica de orinar (Figura 2).

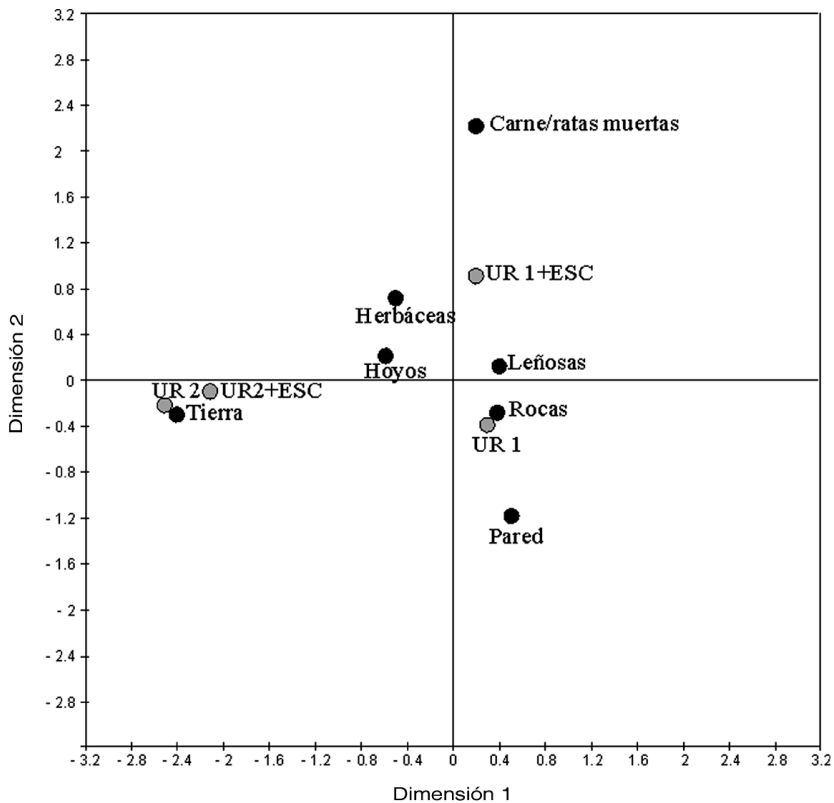


Figura 1. Análisis de correspondencias de las variables sustrato y tipo de marcaje con orina
Correspondence analysis for variables substrate and kind of urine marking

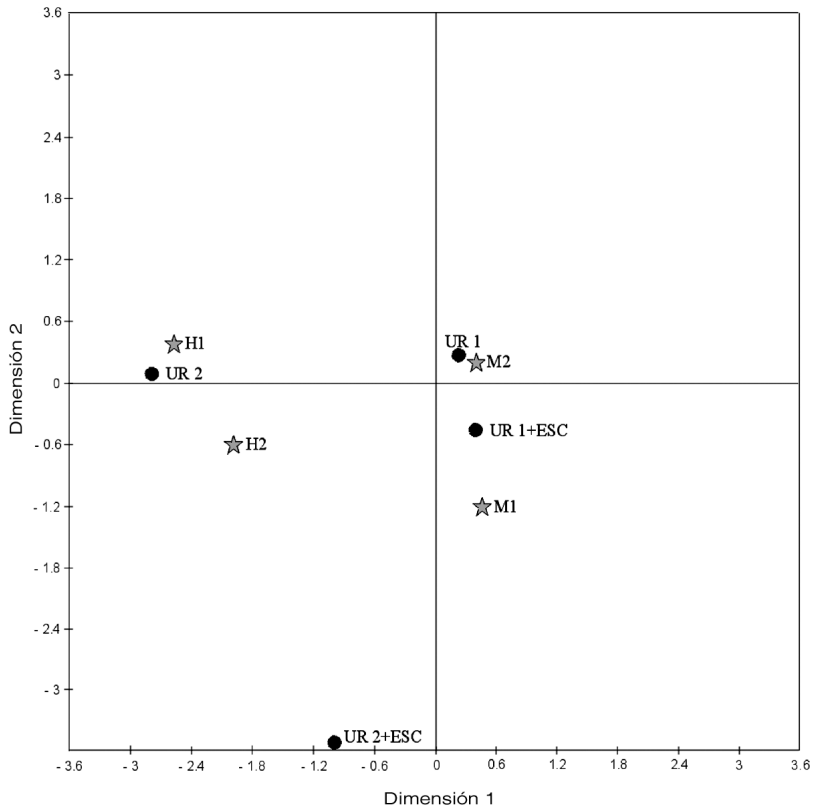


Figura 2. Análisis de correspondencias de las variables sustrato y tipo de marcaje con orina
Correspondence analysis for variables substrate and kind of urine marking

Se realizó un análisis conjunto de las variables implicadas en la señalización con orina, estableciéndose las relaciones entre las unidades de análisis mediante dos procedimientos:

A) AnswerTree (método) (Figura 3)

Para determinar qué características presentaban las micciones efectuadas respectivamente con la pata levantada y en cuclillas, se realizó la evaluación mediante un árbol de decisión. De esta manera se pudieron clasificar las emisiones de orina realizadas por los lobos conforme a la postura utilizada (UR1 y UR2), basándose en la información suministrada por las variables «individuo» y «sustrato».

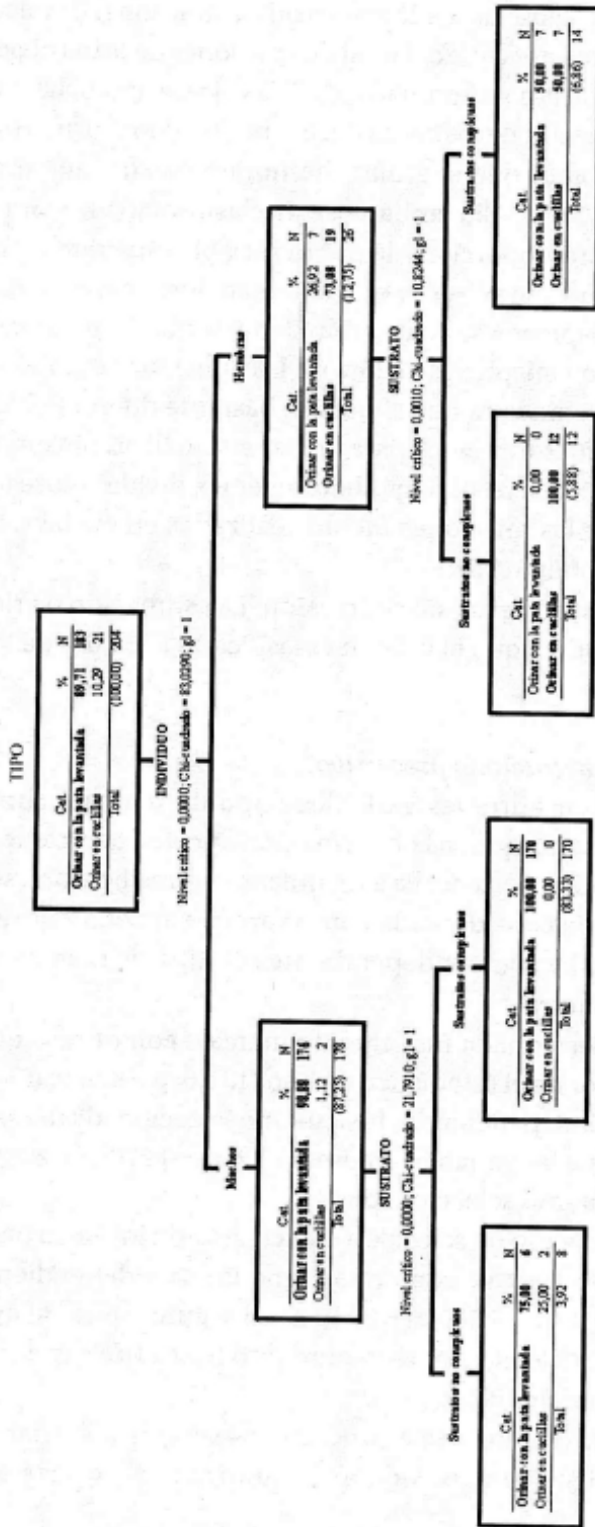


Figura 3. Árbol de decisión del comportamiento de marcaje con orina en lobos mediante el algoritmo CHAID, utilizando el estadístico χ^2 para identificar divisiones óptimas. Se consideró como variable criterio el tipo de marcaje con orina (orinar con la pata levantada = UR1, orinar en cuecillas = UR2) y como predictoras a las variables individuo y sustrato

Decision tree of the urine-marking behaviour in wolves by means of the algorithm CHAID, using χ^2 statistical to identify the best divisions. Kind of urine marking (raised leg urination = UR1, squat urination = UR2) was considered as variable approach and the variables individual and substrate were used as predictors

El nodo raíz muestra el desglose de los casos de toda la muestra (204 micciones). En este conjunto de datos se observa que del total de emisiones de orina observadas, la mayoría fueron realizadas con la pata levantada (89,7%) y el resto en cuclillas (10,3%).

Cabe destacar que la mayoría de los casos del grupo “machos” orinaron con la pata levantada (98,9%), en tanto que el grupo “hembras” mostró una tendencia mayor a orinar en cuclillas (73,1%). Sin embargo, esta clasificación mejora si tenemos en cuenta la información proporcionada por la variable «sustrato». Analizando la rama izquierda del árbol, se observa que las micciones efectuadas por los machos sobre sustratos conspicuos se realizaron siempre con la pata levantada. Sin embargo, en sustratos no conspicuos el 25% de las emisiones eran efectuadas en cuclillas. La rama derecha muestra una situación bastante diferente. Por tanto, los sustratos no conspicuos fueron usados para orinar en cuclillas. Sin embargo, el grupo de los sustratos conspicuos resulta más heterogéneo, dividiéndose los casos de forma pareja (la mitad de las micciones fueron realizadas en cuclillas y la otra mitad con la pata levantada) (Figura 3).

La estimación de riesgos refuerza esta conclusión. La estimación de riesgo corresponde a 0,044, lo cual indica que el árbol ha clasificado al 95,6% de los casos correctamente.

B) Regresión logística binaria (método predictivo)

Con el fin de seleccionar entre las variables «tipo de marcaje con orina», «sustrato», «meses» y «altura» las que más información aportan acerca de las probabilidades de que una micción pertenezca a un macho o a una hembra, se realizó una regresión logística binaria considerando como variable dependiente a los «individuos» (machos/hembras) y como independientes al «tipo de marcaje con orina», «sustrato», «meses» y «altura».

La primera variable seleccionada fue «tipo de marcaje con orina», que fue la que presentó el máximo valor en el estadístico de Rao (131,6; $p = 0,000$; $n = 204$). De entre las restantes variables independientes, la siguiente seleccionada fue «sustrato» (20,7; $p = 0,008$), mientras que las variables «meses» (1,2; $p = 0,276$; $n = 204$) y altura (2,2; $p = 0,136$; $n = 204$) no fueron seleccionadas.

En el primer paso del proceso de selección en la regresión logística (cuando se considera la variable tipo de marcaje con orina como única independiente), el c^2 para el modelo es igual a 91,1 ($p = 0,000$; $n = 204$). En el segundo paso al introducir la variable sustrato en el modelo el valor de c^2 aumentó hasta 107,1 ($p = 0,000$; $n = 204$), con lo que la mejora fue significativa.

Asimismo, con la mejora obtenida en el proceso de selección de variables sobre la muestra objeto de análisis, sin considerar la información de las variables

independientes, el porcentaje correctamente clasificado fue de 87,2%; al introducir la información de la variable tipo de marcaje con orina el porcentaje aumentó al 95,6% y al considerar simultáneamente la información de ambas variables tipo de marcaje y sustrato aumentó al 96,1%. El porcentaje de casos correctamente clasificados constituye el índice de efectividad del modelo. Para la muestra observada (204 micciones) el 96,1% de los casos fueron correctamente clasificados.

El porcentaje de casos que se esperaría clasificar correctamente sería del 87,2%. Mediante el modelo, con la información aportada por las variables tipo de marcaje con orina y sustrato, el porcentaje de casos correctamente clasificados sube hasta el 96,1%, lo que supone una mejora del 8,9%. Por lo tanto, la información aportada por dichas variables es significativa.

Mediante la función estimada a partir de los valores de las variables tipo de marcaje con orina y sustrato el porcentaje de casos correctamente clasificados fue elevado, por lo tanto el modelo resulta efectivo sobre la muestra observada y por tanto predictivo. Así, se puede predecir con bajo porcentaje de error, que las micciones efectuadas con la pata levantada y sobre sustratos conspicuos corresponden a machos, mientras que las micciones realizadas en cuclillas sobre sustratos no llamativos son realizadas por hembras. Las variables meses y altura a la cual son colocadas las marcas de orina no sirven para predicen a cual de los dos sexos corresponden una marca de orina.

En los lobos la duración de cada micción osciló entre 0,2 y 6,7 seg., con una media de 2,1 seg. Se observaron diferencias intersexuales significativas, siendo la duración media menor en machos (media 2 seg.) que en hembras (media 3 seg.) (Figura 4) (Mann-Whitney U = 376; p = 0,012; n = 114). Además, no todos los individuos invirtieron el mismo tiempo en cada episodio. Así, en los individuos con mayor tasa de marcaje (micciones/h) (los machos), la duración media de los episodios fue menor, aunque dicha correlación no resultó significativa estadísticamente (Correlación de Spearman; $p > 0,05$).

DISCUSIÓN

Los resultados ponen de manifiesto el importante papel de la orina en la señalización, ampliamente documentado en condiciones naturales (Mech 1970, Peters y Mech 1975, Rothman y Mech 1979), así como el dimorfismo sexual que entraña (los machos orinaron preferentemente sobre sustratos llamativos y elevados, recurriendo a UR1 y en menor medida a UR1+ESC). Es decir, en sustratos que aumentan visual y olfativamente la efectividad de las señales. El olor de la orina parece dispersarse mejor desde objetos verticales, pues al gotear aquella,

aumenta la superficie de evaporación y se minimizan los cambios que puede sufrir la marca por la lluvia (Peters y Mech *op. cit.*). Las hembras usan para orinar preferentemente el suelo, y en menor medida otros sustratos poco llamativos en comparación con los usados por los machos, y los orinan en UR2. Tanto en lobos como en otros cánidos, el orinar con la pata levantada es considerado como una forma de marcaje oloroso y visual, debido a la secuencia motora estereotipada mediante la cual un individuo, generalmente un macho, dirige un chorro de orina sobre un objeto conspicuo del medio (Kleiman 1966).

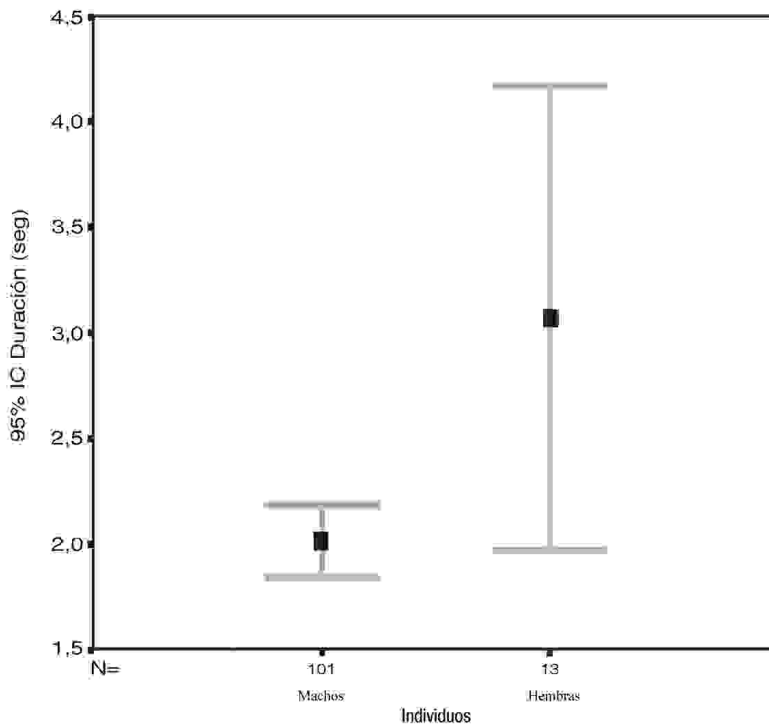


Figura 4. Duración media de los episodios de señalización con orina en machos y hembras

Mean duration of urine-marking acts in males and females

Los machos mostraron una mayor tasa de marcaje con orina y arañazos en el suelo que las hembras, y estos resultados coinciden con los obtenidos por otros autores, tanto en cautividad como en estado natural (Scott y Fuller 1965, Mech *op. cit.*, Peters y Mech *op. cit.*, Rothman y Mech *op. cit.*).

Un animal que dedica gran parte de su tiempo a marcar el territorio no puede invertir mucho tiempo en cada episodio, ya que las reservas de las sustancias marcadoras se agotarían rápidamente. Cabe suponer que aquellas especies que marcan su territorio con mayor frecuencia deberían invertir en los correspondientes actos motores individuales el menor tiempo posible, con el fin sobre todo de no agotar tempranamente sus reservas de sustancias semioquímicas. Así, son muchos los carnívoros que recurren a este método rápido de marcaje: tigre (*Panthera tigris* Linnaeus, 1758) (Schaller 1967, Kleiman 1974, Seal *et al.* 1987, Brahmachary y Dutta 1987, Smith *et al.* 1989, Brahmachary *et al.* 1991), zorro (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) (Henry 1977) y perro (de Miguel 1994).

En lobos, el hecho de que en los machos la duración de los episodios de señalización sea menor que en las hembras, podría explicarse por la menor tasa de micciones depositadas por éstas, que le permitiría disponer de una mayor cantidad de orina en su vejiga, cuyo vaciado requeriría más tiempo, cumpliendo las micciones en las hembras una función fundamentalmente excretora. Al orinar los machos con mayor frecuencia no necesitarían ni podrían orinar de forma prolongada, al ser mayor la tasa de renovación de las marcas y, consecuentemente, menor la cantidad de orina disponible.

En definitiva, la postura empleada, el tipo de sustrato orinado, la duración de los episodios, su frecuencia y la cantidad de orina vertida en cada marcaje pueden utilizarse como criterios para distinguir si un individuo está transmitiendo información o simplemente satisfaciendo una necesidad fisiológica.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a la Directiva del Parque Zoológico de Madrid por permitirnos llevar a cabo la toma de datos dentro del recinto. A D. Enrique Sáinz la buena disposición mostrada siempre. También queremos dar las gracias a los revisores de este artículo, que con sus sugerencias nos ayudaron a mejorar el manuscrito inicial.

REFERENCIAS

- BARRETTE, C. y F. MESSIER (1980). Scent-marking in free-ranging coyotes, *Canis latrans*. *Anim. Behav.*, 28: 814-819.
- BEKOFF, M. (1979). Scent-marking by free-ranging domestic dogs: olfactory and visual components. *Biol. Behav.*, 4: 123-139.
- BRAHMACHARY, R. L. y J. DUTTA (1987). Chemical communication in the tiger and leopard. Pp: 296-302. En: R. L. Tilson y U. S. Seal (eds). *Tigers of the world*. Noyes Publication, USA.
- BRAHMACHARY, R. L., J. DUTTA y M. PODDAR-SARKAR (1991). The Marking Fluid of the Tiger. *Mammalia*, 55: 150-152.

- EWER, R. F. (1973). *The Carnivores*. Cornell University Press, Ithaca.
- HENRY, J. D. (1977). The use of urine marking in the scavenging behavior of the red fox (*Vulpes vulpes*). *Behaviour*, 61: 82-105.
- KLEIMAN, D. G. (1966). Scent marking in the canidae. *Symp. Zool. Soc., Lond.* 18: 167-177.
- KLEIMAN, D. G. (1974). The estrous cycle in the tiger (*Panthera tigris*). Pp: 60-75. En: R. L. Eaton (ed). *The World's Cats*. Vol. II. Woodland Park Zoo, Seattle.
- MACDONALD, D. W. (1979). Some observation and field experiments on the urine marking behavior of the red fox, *Vulpes vulpes* L. *Z. Tierpsychol.*, 51: 1-22.
- MECH, L. D. (1970). *The wolf: ecology and behavior of an endangered species*. Natural History Press, Doubleday, New York.
- MIGUEL DE, F. J. (1994). Comunicación olfativa y marcaje oloroso en perros y otros cánidos. *Animalia*, 54: 14-17.
- PETERS, R. P. Y L. D. MECH (1975). Scent-marking in Wolves. *Amer. Scient.*, 63: 628-637.
- ROTHMAN, R. J. Y L. D. MECH (1979). Scent-marking in lone wolves and newly formed pairs. *Anim. Behav.*, 27: 750-760.
- SCHALLER, G. B. (1967). *The deer and the tiger*. Univ. of Chicago Press, Chicago. 370 pp.
- SCOTT, J. P. Y J. L. FULLER (1965). *Genetics and the social behavior of the dog*. University of Chicago Press, Chicago. 468 pp.
- SEAL, U. S., E. D. PLOLKA, L. D. MECH Y J. M. PACKARD (1987). Seasonal metabolic and reproductive cycles in wolves. Pp: 109-125. En: H. Frank (ed). *Man and wolf*. Dordrecht, The Netherlands.
- SMITH, J. L. D., C. MCDUGAL Y D. MIQUELLE (1989). Scent marking in free-ranging tigers, *Panthera tigris*. *Anim. Behav.*, 37: 1-10.
- SPRAGUE, R. H. Y J. J. ANISKO (1973). Elimination patterns in the laboratory beagle. *Behaviour*, 47: 257-267.
- WELLS, M. C. Y M. BEKOFF (1981). An observational study of scent marking in coyotes, *Canis latrans*. *Anim. Behav.*, 29: 332-350.