

RESPUESTA DEL ZORRO *Vulpes vulpes* (LINNAEUS, 1758) A EXCREMENTOS DE OTROS MAMÍFEROS INTRODUCIDOS EN SU TERRITORIO: COMPARACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CARÁCTER LOCAL/INTRODUCIDO DEL INTRUSO, LA PROXIMIDAD FILOGENÉTICA Y EL TIPO DE DIETA

FRANCISCO JAVIER DE MIGUEL¹ Y MERCEDES ALVAREDO

Depto. de Biología (Zoología). Universidad Autónoma de Madrid. 28049 Madrid.
(javier.demiguel@uam.es)¹

RESUMEN

El control del territorio por parte de los carnívoros exige tanto la colocación y renovación de marcas olorosas como la respuesta a las marcas de intrusos homo o heteroespecíficos encontradas en el mismo, constituyendo el remarcaje una de las posibles respuestas. Con el fin de indagar en los posibles factores desencadenantes del remarcaje (carácter local del intruso, proximidad filogenética, similitud en la dieta), estudiamos en el Monte de Valdeatas (Madrid), desde enero a octubre de 2005, la respuesta de los zorros a excrementos de diversas especies introducidos en su territorio: gineta (*Genetta genetta*), zorro vinagre (*Speothos venaticus*), pantera (*Panthera pardus*) y nilgo (*Boselaphus tragocamelus*). Los análisis mostraron diferencias significativas sólo entre las respuestas a los excrementos de nilgo y de pantera, en tres de los cuatro itinerarios seleccionados para el estudio. Ni el carácter local/foráneo de la especie donante, ni su grado de parentesco con el zorro influyeron significativamente en los resultados. La única tendencia clara fue que la respuesta era más intensa cuanto más carnívora era la especie donante.

Palabras clave: carnívoros, comunicación química, marcaje oloroso, *Vulpes vulpes*, zorro.

ABSTRACT

Response of red fox Vulpes vulpes (Linnaeus, 1758) to faeces from other mammals introduced in its territory: comparing the effects of the character local/introduced of the intruder, its phylogenetic proximity and the type of diet

Carnivores control their territory by locating their scent marks and responding to marks left by homo or heterospecific intruders, being re-marking one of the possible answers. In order to investigate the possible factors that trigger re-marking (local nature of the intruder, phylogenetic closeness, similarity in the diet), we studied in Monte de Valdeatas (Madrid), from January to October 2005, the response of foxes to faeces from diverse species, introduced into its territory: common genet (*Genetta genetta*), bush dog (*Speothos venaticus*), leopard (*Panthera pardus*) and

nilgai (*Boselaphus tragocamelus*). The analysis showed significant differences only between the responses to faeces from nilgai and leopard, in three of the four routes selected for the study. Neither local/non local character of donor species nor its degree of kinship with the fox influenced significantly in the results. The only clear trend was that the response was all the more intense the more carnivore was the donor species.

Key words: carnivores, chemical communication, red fox, scent marking, *Vulpes vulpes*.

INTRODUCCIÓN

En los carnívoros, el marcaje oloroso es un fenómeno bien documentado (Kleiman 1966, Fox 1975, Fox y Cohen 1978, Macdonald 1980, Gorman y Trowbridge 1989). Para marcar el territorio, los carnívoros pueden recurrir a la orina, a las escarbaduras en el suelo, a secreciones diversas y a las heces, que constituyen un importante medio de señalización olorosa y visual (Peters y Mech 1975, Asa *et al.* 1985, Vilà *et al.* 1994).

La hipótesis de Gosling (1982) en relación con la función territorial de las marcas olorosas establece que un individuo residente debe controlar y responder a las marcas de los intrusos que encuentre en su territorio, ya que éstos podrían competir con él por los recursos. En el caso de los carnívoros, un congénere representa un competidor potencial, pero también los carnívoros de otras especies pueden ser competidores. La respuesta a las marcas de especies competidoras incluye la indiferencia, la atracción, la evitación y la retirada, así como el remarcaje (Krasnov y Khokhlova 1996, Ward *et al.* 1997). El remarcaje de marcas de otras especies puede favorecer la dispersión de especies competidoras, y ha sido descrito entre otros por Lanier (2000) y Paquet (1991), quien observó que los coyotes (*Canis latrans*) remarcaban marcas olorosas depositadas previamente por lobos (*Canis lupus*). Para Paquet (1991), los coyotes respondían a las marcas de orina y a las escarbaduras realizadas por lobos como reaccionarían ante las marcas de coyotes extraños.

Los estudios de Monclús y Miguel (2003) y de Miguel *et al.* (2005) han revelado que los zorros (*Vulpes vulpes*) reaccionan de modo similar a excrementos de zorro, zorro de Rüppell (*Vulpes ruppelli*), fenec (*Fennecus zerda*) y gato doméstico (*Felis catus*). Con este trabajo hemos pretendido profundizar en el conocimiento de los factores responsables de las respuestas heteroespecíficas, analizando la respuesta de los zorros a excrementos de distintos mamíferos introducidos en su

territorio. En concreto, hemos querido comprobar si existen diferencias significativas en la frecuencia de respuesta en relación con

- 1) el carácter local o foráneo de la especie intrusa
- 2) la proximidad filogenética con la especie intrusa
- 3) la dieta (herbívoro, carnívoro facultativo, carnívoro estricto) de la especie introducida.

ÁREA DE ESTUDIO

El monte de Valdelatas (Alcobendas, Madrid) es una zona forestal de 259 ha, contigua a la Universidad Autónoma de Madrid y próxima a la Sierra de Guadarrama. Básicamente consta de encinares (*Quercus ilex ballota*) y pinares de repoblación (*Pinus pinaster* y *Pinus pinea*). A partir de observaciones directas y de restos indirectos se ha detectado la presencia en la zona de una veintena de mamíferos (Monclús y Miguel 2003), entre los que destacan el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), el zorro (*Vulpes vulpes*) y la gineta (*Genetta genetta*).

MATERIAL Y MÉTODOS

En el estudio se han utilizado excrementos de cuatro especies de mamíferos, tres carnívoras y una herbívora, que se utilizó como control. Tan sólo una de las especies (un carnívoro) vive en simpatria con el zorro. Las especies fueron las siguientes:

- Gineta, *Genetta genetta* (O. Carnivora, F. Viverridae) es un carnívoro facultativo presente en el área de estudio.
- Zorro vinagre, *Speothos venaticus* (O. Carnivora, F. Canidae) es un carnívoro facultativo que vive en la Amazonía suramericana.
- Pantera o leopardo (variedades normal y melánica), *Panthera pardus* (O. Carnivora, F. Felidae) es un carnívoro estricto de las selvas tropicales de África y del sureste asiático.
- Nilgo o antílope indio, *Boselaphus tragocamelus* (O. Artiodactyla, F. Bovidae) es un herbívoro presente en la península india.

La gineta coexiste con el zorro en el área de estudio y puede representar para el mismo un competidor potencial. La gineta es un carnívoro oportunista, que incluye carroña y materia vegetal en su dieta. García-López (2004) observó que

el componente vegetal superaba el 20% de la dieta de la gineta en Valdelatas. Los excrementos de gineta se recolectaron directamente en letrinas ubicadas en el área de estudio, cada tres semanas por término medio, dependiendo de su disponibilidad. Sólo se recogieron los excrementos frescos, que podían reconocerse por su color negro brillante y su olor intenso.

El resto de las especies donantes eran exóticas, y sus excrementos fueron proporcionados por el Zoo Aquarium de Madrid. Los excrementos se recogían diariamente, tras la limpieza de las instalaciones, y se congelaban hasta su uso.

Para el trabajo de campo se fijaron cuatro itinerarios emplazados en zonas de características parecidas en cuanto a su vegetación. En las cuatro zonas el encinar, bastante cerrado, era la formación dominante, y tres de ellas (itinerarios 1, 2 y 3) estaban próximas a arroyos. Salvo el itinerario 1, los demás estaban lejos de zonas transitadas.

Los itinerarios consistían en trochas, en general estrechas, que alternaban con cruces y claros. En cada itinerario se establecieron 20 puntos de muestreo, que se correspondían precisamente con cruces y claros, cuya probabilidad de ser visitados por los zorros era mayor, debido a su carácter estratégico (Monclús y Miguel 2003). La distancia entre los puntos oscilaba entre 8 y 15 m.

En cada itinerario se colocaban excrementos de una especie distinta (la misma especie en los 20 puntos) y las respuestas se controlaban semanalmente. Se tomó como plazo una semana por haberse comprobado previamente (Monclús y Miguel 2003) que durante la segunda semana decrecía notablemente el número de respuestas. Consideramos como respuesta todos aquellos excrementos depositados encima o cerca (hasta 1 m) del estímulo, que es aproximadamente la longitud corporal de un zorro.

Los excrementos de las especies donantes se alternaron aleatoriamente en todos los itinerarios, y cada itinerario fue tratado una sola vez con cada uno de los estímulos. Los estímulos olorosos se renovaban cada semana, siempre y cuando contáramos con un número suficiente de excrementos frescos. El trabajo se prolongó desde enero hasta octubre de 2005.

Todas las pruebas estadísticas realizadas fueron no paramétricas, dado que los datos no se ajustaron a una distribución normal. Para valorar las diferencias en las respuestas entre los distintos itinerarios y entre las distintas especies se consideraron las frecuencias absolutas, mientras que en el caso de las categorías

relativas al carácter local/foráneo, la proximidad filogenética del donante y la dieta se compararon los porcentajes. El nivel de significación estadística escogido fue de 0,05. Para los cálculos se utilizó el programa SPSS (versión 13.0).

RESULTADOS

Se detectaron 49 respuestas (tabla 1), acumulando el itinerario 1 un número significativamente menor que los restantes (tabla 2). Sin embargo, no hubo correlación entre el número de respuestas y la longitud de los itinerarios ($R_s = 0,200$, $p = 0,800$).

TABLA 1
Respuestas a los distintos estímulos en cada itinerario (4x20 estímulos/itinerario).
Responses to the different donors in each trail (4x20 stimuli/route).

Itinerario	Longitud	Nilgo	Gineta	Zorro vinagre	Pantera	Total
1	275 m	1	1	1	2	5
2	418 m	3	0	3	7	13
3	313 m	2	1	8	3	14
4	288 m	2	8	1	6	17
Total		8	10	13	18	49

TABLA 2
Diferencias concernientes al número de respuestas en los distintos itinerarios.
Differences between trails relative to the number of accumulated answers.

Trails compared	χ^2	g.l.	p
1-2	4,01	3	0,0453
1-3	4,84	3	0,0279
1-4	7,59	3	0,0059
2-3	0,04	3	0,8328
2-4	0,66	3	0,4178
2-4	0,36	3	0,5485

Tomando los cuatro itinerarios en su conjunto, no se encontraron diferencias significativas en la respuesta de los zorros a las distintas especies (ANOVA de Friedman, $\chi^2= 3,857$, g.l.= 3, $p= 0,277$). Sin embargo, al considerar los itinerarios por separado, los itinerarios 2, 3 y 4 mostraron diferencias significativas en la respuesta a las diferentes especies (ANOVA de Friedman, $\chi^2_2= 8,027$, g.l.= 3, $p= 0,045$; $\chi^2_3= 11,600$, g.l.= 3, $p= 0,009$; $\chi^2_4= 9,585$, g.l.= 3, $p= 0,022$) pero no así el itinerario 1 (ANOVA de Friedman, $\chi^2_1= 0,600$, g.l.= 3, $p= 0,896$).

Los análisis de Wilcoxon no revelaron diferencias significativas en relación a las parejas nilgo-gineta ($Z= 0$, $p= 0,655$), nilgo-zorro vinagre ($Z= -0,447$, $p= 0,655$), gineta-zorro vinagre ($Z= -0,272$, $p= 0,785$) y gineta-pantera ($Z= -0,921$, $p= 0,357$). La pareja nilgo-pantera tampoco mostró una diferencia significativa, pero fue la que mostró una respuesta más dispar ($Z= -1,857$, $p= 0,063$).

Tampoco hubo diferencias significativas entre los carnívoros tomados en su conjunto y el nilgo ($Z= -1,841$, $p= 0,066$), ni entre los carnívoros locales y no locales ($Z= -0,365$, $p= 0,715$), los carnívoros de la misma o de diferente familia ($Z= -0,368$, $p= 0,713$) ni los carnívoros facultativos y estrictos ($Z= -0,730$, $p= 0,465$).

DISCUSIÓN

La naturaleza de la especie donante parece ser un factor relevante en la respuesta a los excrementos introducidos. El único itinerario en el que la diferencia en la respuesta a las distintas especies no fue significativa fue el 1, que fue también el que acumuló un número significativamente menor de respuestas. Las razones de esta escasez en este itinerario podrían tener que ver tanto con su mayor proximidad a zonas transitadas como al hecho de haberse utilizado en anteriores ocasiones para estudios similares (Monclús y Miguel 2003, Miguel *et al.* 2005), lo que podría haber conducido a una habituación por parte de los zorros residentes.

Encontramos menos respuestas a los excrementos de gineta (un carnívoro local) que a los de zorro vinagre y pantera, pero las diferencias no fueron significativas. Tanto la gineta como el zorro se consideran carnívoros generalistas, y su dieta en Valdelatas coincide en parte, incluyendo una proporción apreciable de micromamíferos y conejos (García-López 2004). Puede parecer chocante la falta de respuesta del zorro a los excrementos de un competidor potencial, pero

el modo de vida arborícola de la gineta probablemente no facilite los encuentros entre ambos depredadores. Más aún, dado que la gineta suele ubicar sus letrinas en sitios elevados, ni siquiera es fácil que los zorros encuentren sus excrementos. Los resultados contrastan con los obtenidos por Miguel *et al.* (2005) en la misma zona, quienes observaron que los zorros respondían más a los excrementos de un carnívoro local como el gato doméstico que a los de fénec y zorro de Rüppell, especies exóticas. Probablemente, el hecho de que el gato sea más terrestre que la gineta y que su dieta en Valdelatas mostrara un mayor solapamiento (índice de Pianka= 0,71) con la del zorro (Marques 2003) explique las diferencias en las respuestas.

Tampoco hubo diferencias significativas en las respuestas a las distintas familias de carnívoros. Incluso, los zorros respondieron más a los excrementos de pantera que a los de zorro vinagre, de su misma familia. En este sentido, hay que destacar que Miguel *et al.* (2005) observaron en la misma área que los zorros respondían más a los excrementos de gato que a los de fénec y zorro de Rüppell, especies más próximas al zorro común que el zorro vinagre. Estos datos siguieron, con las consiguientes limitaciones del tamaño de la muestra, que el olor de familia no es determinante en la respuesta.

Se encontraron diferencias significativas entre las respuestas a nilgo y a pantera. No las hubo, sin embargo, entre el nilgo y el resto de las especies, ni entre el nilgo y los carnívoros considerados en su conjunto. Barja *et al.* (2001) han descrito la asociación ocasional entre los excrementos de zorro y de ganado vacuno (*Bos taurus*). Los excrementos, en general, constituyen referencias visuales y olfativas que pueden ampliar la eficacia de la propia marca. Además, es corriente que los excrementos de carnívoros y herbívoros (presa y depredador) coincidan en los mismos emplazamientos. Esto es lo que ocurre en Valdelatas con los excrementos de zorro y de conejo (Monclús y Miguel 2003) que aparecen asociados en cruces y claros. Ésta es seguramente también la razón de que los zorros respondieran tanto a los excrementos de nilgo como a los de carnívoro. Los vivéridos y los cánidos, familias a las que pertenecen la gineta y el zorro vinagre respectivamente, se consideran carnívoros facultativos, a diferencia de los félidos. En el presente trabajo, las diferencias en las respuestas a las tres especies de carnívoros no fueron significativas, como tampoco lo fueron las respuestas a los carnívoros facultativos y estrictos considerados como grupos. Sin embargo, la diferencia en la respuesta a

gineta (carnívoro facultativo) y pantera (carnívoro estricto) fue la más importante después del par nilgo-pantera (aunque ninguna de las diferencias fuera significativa). También aquí los resultados coinciden, al menos parcialmente, con los obtenidos por Miguel *et al.* (2005) en la misma área: los zorros respondieron más a un carnívoro estricto (gato doméstico) que a los carnívoros facultativos (fénec y zorro de Rüppell). Es sabido que los carnívoros, al contrario de lo que sucede en los herbívoros, muestran un notable interés por todos aquellos estímulos que contienen productos derivados de la degradación enzimática o microbiana de la carne (ácidos grasos volátiles, aminas) (ver discusión en Albone y Shirley 1984). Cabe pensar que los excrementos de un carnívoro facultativo y sus secreciones anales, que impregnan habitualmente los excrementos de los carnívoros, y cuya composición no se conoce en detalle, ofrecieran una imagen química distinta de la de un carnívoro estricto.

A pesar de lo reducido de la muestra, la valoración conjunta de estos resultados parece apuntar una relación entre el número de respuestas a los distintos estímulos (nilgo<gineta<zorro vinagre<pantera) y el grado de carnivorismo de la especie donante, que se manifiesta más claramente en los extremos, nilgo y pantera. Cabe pensar que con un tamaño de muestra mayor las diferencias entre estas dos especies ($p= 0,063$) podrían haber sido significativas.

La aparente falta de especificidad en las respuestas de los zorros a otras especies de carnívoros concuerda tanto con los resultados de estudios anteriores en el mismo área (Monclús y Miguel 2003, Miguel *et al.* 2005) como con la respuesta heteroespecífica de los coyotes a las marcas de lobos descrita por Paquet (1991), y es coherente asimismo con la falta de discriminación observada en algunas especies-presa al olor de carnívoros simpátricos o alopátricos (ver la revisión de Kats y Dill 1998). Los compuestos presentes en la orina y en las heces de los carnívoros son presumiblemente los responsables del olor generalizado a carnívoro que parecen detectar la mayor parte de las especies-presa estudiadas (Nolte *et al.* 1994). Incluso, especies que no pertenecen al orden Carnivora pero que también consumen carne, como la rata común (*Rattus norvegicus*), producen respuestas de evitación en la rata de agua, *Arvicola terrestris* (Barreto y Macdonald 1999).

Por otra parte, el gradiente en las respuestas observadas, lleva a pensar de nuevo en los resultados de Miguel *et al.* (2005): los zorros respondían en mayor medida a los excrementos de gato (un carnívoro estricto) que a los de zorro de

Rüppell. También resulta interesante a este respecto el estudio de Ferkin *et al.* (1997) sobre *Microtus pennsylvanicus*, un microtino americano. El trabajo ponía de manifiesto que una dieta rica en proteína hacía que la orina, las secreciones ano-genitales y las heces de estos animales resultaran mucho más atractivas para sus congéneres, tanto del mismo como de distinto sexo. De un modo análogo, cabría suponer que para un carnívoro los excrementos de otro constituirían un estímulo tanto más poderoso cuanto mayor fuera el carnivorismo de la especie donante. Nuestros resultados no son estadísticamente significativos, pero plantean la posibilidad de que las diferencias en las respuestas se deban más a factores cuantitativos (grado de carnivorismo) que cualitativos.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimientos al personal del Zoo-Aquarium de la Casa de Campo de Madrid, por suministrarnos los excrementos que necesitábamos para el estudio, y a la Comunidad de Madrid por la concesión de los permisos correspondientes. Estamos asimismo en deuda con la Dra. Raquel Monclús Burgoa, por la revisión del trabajo y sus útiles comentarios.

REFERENCIAS

- ALBONE, E. S. Y S. G. SHIRLEY (1984). *Mammalian Semiochemistry*. John Wiley & Sons limited.
- ASA, C. S., L. D. MECH Y U. S. SEAL (1985). The use of urine, faeces and anal-secretions in scent-marking by a captive wolf (*Canis lupus*) pack. *Anim. Behav.* 33:1034-6.
- BARJA, I., F. J. MIGUEL Y F. BÁRCENA (2001). Distribución especial de los excrementos de zorro rojo (*Vulpes vulpes* Linneus 1758) en los Montes do Invernadeiro (Ourense). *Galemys*, 13 (NE): 171-178.
- BARRETO, G. R. Y D. W. MACDONALD (1999). The response of water voles, *Arvicola terrestris*, to the odours of predators. *Animal Behaviour*, 57: 1107-1112.
- FERKIN, M. H., E. S. SOROKIN, R. E. JOHNSTON Y C. J. LEE (1997). Attractiveness of scents varies with protein content of the diet in meadow voles. *Animal Behaviour*, 53: 133-141.
- FOX, M. W. (1975). *The wild canids*. Robert E. Krieger Publishing Company, Inc.
- FOX, M. W. Y J. A. COHEN (1978). Canid Communication. En: T.A. Sebeok (ed.). *How animals communicate*. Indiana University Press. Indiana.
- GARCÍA-LÓPEZ, T. (2004). *La gineta (Genetta genetta) en el Monte de Valdeletas: alimentación y distribución de letrinas*. Proyecto fin de carrera. Departamento de Biología. Universidad Autónoma de Madrid.

- GORMAN, M. L. Y B. J. TROWBRIDGE (1989). The Role of Odor in the Social Lives of Carnivores. En: J.L. Gittleman (ed.). *Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution*. Comstock, Cornell.
- GOSLING, L. M. (1982). A Reassessment of the Function of Scent Marking in Territories. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 60: 89-118.
- KATS L. B. Y L. M. DILL (1998) The scent of death: chemosensory assessment of predation risk by prey animal. *Ecoscience* 5: 361-394.
- KLEIMAN, D. (1966). Scent marking in the canidae. *Symposium of the Zoological Society of London*, 18: 167-177.
- KRASNOV, B. E I. KHOKHLOVA (1996). Discrimination of midday jird's odour by house mice. *Anim. Behav.*, 52: 659-665.
- LANIER, J. L. (2000). A Review of Mammalian Scent Marking. http://www.colostate.edu/Depts/Entomology/courses/en570/papers_2000/lanier.html.
- MACDONALD, D. W. (1980). Patterns of Scent Marking with Urine and Faeces Amongst Carnivore Communities. *Symposium of the Zoological Society of London*, 45: 107-139.
- MARQUES, I. (2003). *Study of the interaction between the red fox (Vulpes vulpes, Linnaeus) and the free-roaming cat (Felis catus, Linnaeus) in the wood of Valdelatas, Madrid*. Relatorio de estagio. Universidad de Lisboa.
- MIGUEL, F. J., I. MARQUES Y R. MONCLÚS (2005). Respuesta de los zorros (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) al olor de otros carnívoros. *Galemys*, 17 (NE): 113-121.
- MONCLÚS, R. Y F. J. MIGUEL (2003). *Señalización y respuesta a intrusos en el zorro rojo (Vulpes vulpes)*. Documentos de trabajo. UAM Ediciones.
- NOLTE, D. L., J. R. MASON, G. EPPLE, E. ARONOV Y D. L. CAMPBELL (1994). Why are predator urines aversive to prey? *Journal of Chemical Ecology*, 20: 1505-1516.
- PAQUET, P. C. (1991). Scent-marking behavior of sympatric wolves (*Canis lupus*) and coyotes (*Canis latrans*) in Riding Mountain National Park. *Canadian Journal of Zoology*, 69: 1721-1727.
- PETERS R. P. Y L. D. MECH (1975) Scent-marking in wolves. *Am. Sci.*, 63: 628-37
- SHELDON, J. W. (1992). *Wild Dogs. The Natural History of the Nondomestic Canidae*. Academic Press.
- VILA. C., V. URÍOS Y J. CASTROVIEJO (1994) Use of faeces for scent marking in Iberian wolves (*Canis lupus*). *Canadian Journal of Zoology*, 72: 374-377.
- WARD, F., D. W. MACDONALD Y C. P. DONCASTER (1997). Responses of foraging hedgehogs to badger odour. *Anim. Behav.* 53: 709-720.
- ZUERCHER, G. L., M. SWARNER, L. SILVEIRA, Y O. CARRILLO (2004). Bush dog *Speothos venaticus* (Lund, 1842). http://www.canids.org/species/Bush_dog.pdf.