

Comunicació química i ús de feromones en animals domèstics

Xavier Manteca

Departament de Ciència Animal i dels Aliments,
Universitat Autònoma de Barcelona

CHEMICAL COMMUNICATION AND THE USE OF PHEROMONES IN DOMESTIC ANIMALS. – Pheromones were first described fifty years ago in insects. More recently, chemical equivalents to pheromones have been described in a variety of mammals, including many domestic species. Pheromones are released by an animal and modify the behaviour or physiology of another individual of the same species. Most pheromones are perceived through the vomero-nasal organ, although some of them may act on receptors found in the olfactory mucosa. Examples of pheromones common to domestic mammals are the sexual pheromones, appeasing pheromones, and facial and interdigital pheromones of the domestic cat. Many females release sexual pheromones to signal receptivity to males. In addition, males of some species produce sexual pheromones. Examples of male sexual pheromones are the pheromone responsible for the "male effect" in sheep and the boar pheromone, which contributes to the boar taint in the meat of entire male pigs. Appeasing pheromones are produced by lactating females of many species and reduce aggression and stress in the offspring. Adult animals react to the appeasing pheromone of their own species in a similar way, and there currently exist synthetic forms of pig, horse and dog appeasing pheromones. Finally, the domestic cat produces facial pheromones that reduce fear and stress, as well as interdigital pheromones that elicit scratching behaviour. The use of pheromones has become a useful tool in veterinary medicine to improve the welfare of animals.

Història dels mamífers domèstics

La domesticació dels animals va suposar un canvi molt important en la història de la humanitat. Alguns autors, fins i tot, pensen que les civilitzacions i cultures que van tenir al seu abast espècies de mamífers susceptibles de ser domesticades van assolir un desenvolupament tecnològic més avançat que les civilitzacions que no tenien aquestes espècies al seu abast. Sigui com sigui, del que no hi ha cap dubte és que només unes poques de les aproximadament cinc mil espècies de mamífers que viuen avui a la Terra han estat domesticades.

Tot sembla indicar que la primera espècie de mamífer que va ser domesticada fou el gos (*Canis familiaris*). La domesticació del gos ha estat motiu de discussió entre els científics durant molt temps. Així, per exemple, científics tan coneguts com Darwin i Lorenz van suposar que la gran diversitat de mides i formes de les races de gossos només es podia explicar si s'acceptava que el gos tenia diversos avantpassats. Lorenz va modificar posteriorment la seva opinió i va acabar defensant la idea que totes les races de gos provenen del llop (*Canis lupus*). Aquesta és avui l'opinió més acceptada pels científics. Efectivament, de tots els animals que existeixen, el llop és el més semblant al gos i molts especialistes accepten que aquesta similitud entre ambdós animals és conseqüència que un d'ells (el llop)

és l'avantpassat de l'altre (el gos). La semblança entre el gos i el llop és tan pronunciada que alguns autors han suggerit que el nom científic del gos, en lloc de *Canis familiaris*, sigui *Canis lupus familiaris*, de forma que els dos animals serien la mateixa espècie.

Si aparentment hi ha un acord entre la majoria dels científics sobre quin animal és l'avantpassat del gos, altres aspectes de la domesticació del gos continuen sent controvertits. Un d'ells és quan va tenir lloc aquesta domesticació. Sovint s'ha dit que el gos domèstic té una antiguitat d'uns 14.000 anys. Aquesta afirmació es basa en el fet que les restes òssies més antigues de gos que s'han trobat fins fa molt poc tenien, precisament, uns 14.000 anys d'antiguitat. D'altra banda, però, estudiant les diferències genètiques entre el gos i el llop i coneixent la freqüència en que es produeixen les mutacions, s'ha proposat que el gos i el llop es van separar en termes evolutius fa molt més temps, potser uns 40.000 anys. És força interessant el fet que molt recentment s'han descobert unes restes òssies que podrien ser de gos i que tenen una antiguitat d'uns 40.000 anys. La discussió, però, no s'ha resolt i resulta molt difícil afirmar d'una manera concloent quan es va iniciar el procés que permetria convertir el llop (més ben dit, alguns llops) en gos. Tampoc no sabem amb certesa on es va produir aquesta domesticació, tot i que alguns estudis recents apunten cap a l'est d'Àsia.



L'altre animal de companyia per excel·lència, el gat (*Felis catus*), té un origen molt més recent i aparentment la seva domesticació va tenir lloc fa uns 9.000 anys a l'Orient Pròxim. Tot sembla indicar que el gat domèstic prové d'una de les subespècies del gat salvatge (*Felis silvestris*), concretament de la que viu a Àfrica i l'Orient Pròxim (*Felis silvestris silvestris*).

La domesticació de l'ovella (*Ovis aries*) –que va ser la primera espècie d'abast en ser domesticada– també va tenir lloc a l'Orient Pròxim, a la zona on avui es troben Turquia, Iran i Irak. Les restes òssies d'ovella domèstica més antigues que s'han trobat fins ara són de fa uns 11.000 anys. L'avantpassat més probable de l'ovella és el mufló (*Ovis gmelini* o *Ovis orientalis* segons els autors).

La vaca domèstica (*Bos taurus* i *Bos indicus*) prové d'un animal, l'ur (*Bos primigenius*), que va desaparèixer al segle XVII. La domesticació de l'ur va començar fa uns 9.000 anys i les restes més antigues de vaca domèstica són de fa uns 8.000 anys i s'han trobat a Turquia.

Hi ha dues hipòtesis sobre l'origen del porc domèstic (*Sus scrofa*). Segons la més acceptada de les dues, el porc procedeix del porc senglar (*Sus scrofa*) i es va domesticar a l'Orient Pròxim fa uns 9.000 anys. Segons l'altra hipòtesi, la domesticació del porc s'hauria produït a Nova Guinea i les illes properes a partir de dues espècies de porc salvatge, el porc de Java (*Sus verrucosus*) i el porc de les illes Célebes (*Sus celebensis*).

Finalment, el cavall (*Equus caballus*) es va domesticar fa uns 5.000 anys a partir del cavall salvatge (*Equus ferus*) a la zona d'Ucraïna i Turquia. Des de llavors, l'àrea de distribució geogràfica del cavall salvatge s'ha anat reduint segurament per l'efecte combinat de l'escalfament del clima –que ha causat una reducció de la superfície ocupada per les estepes en benefici del bosc– i la caça pels humans. Avui, de fet, només sobreviu una subespècie de cavall salvatge, el cavall de Przewalski, que va trobar refugi a les estepes de Mongòlia.

Els sentits dels mamífers domèstics

La domesticació suposa un procés de canvi i és en realitat una forma d'evolució. Tant és així que Darwin es va inspirar parcialment en els canvis causats per la domesticació per desenvolupar la seva teoria de l'evolució mitjançant la selecció natural.

Alguns dels canvis causats per la domesticació es coneixen molt bé i són comuns a diverses espècies. Així, per exemple, en comparar el comportament dels animals domèstics amb el dels seus avantpassats salvatges, s'observa que, en general, els animals domèstics són menys agressius i més dòcils. D'altra

banda, moltes espècies d'animals domèstics es poden reproduir tot l'any malgrat que els seus avantpassats eren o són estacionals, és a dir, només es reproduïen durant una determinada estació de l'any. Aquest és el cas, per exemple, del gos, la vaca i el porc.

Malgrat els canvis causats per la domesticació, hi ha moltes característiques del comportament i la biologia en general dels animals domèstics que són idèntiques a les dels seus avantpassats. De fet, el que els científics anomenen "etograma", i que és el repertori de conductes pròpies d'una espècie, no canvia amb el procés de domesticació. Això vol dir, per exemple, que el gos mostra les mateixes conductes que el llop tot i que, evidentment, no amb la mateixa freqüència ni tampoc necessàriament en el mateix context.

Un altre aspecte que la domesticació no ha modificat gaire és el funcionament dels òrgans dels sentits. Aquest aspecte és especialment important quan s'estudia el comportament dels animals, perquè la conducta es pot entendre al menys en part com la resposta dels animals als estímuls que arriben al seu cervell després d'haver estat percebuts pels òrgans dels sentits.

Una manera d'estudiar les característiques dels òrgans dels sentits dels animals és comparar-los amb els nostres. Si ens fixem en el sentit de la vista dels mamífers domèstics, arribem a la conclusió que, en general, hi ha tres diferències principals entre ells i nosaltres. En primer lloc, els mamífers domèstics tenen una visió més sensible que la nostra, és a dir, hi veuen millor que nosaltres quan hi ha poca llum. En segon lloc, i com a contrapartida, nosaltres tenim una agudesesa visual superior a la seva, és a dir, som capaços de percebre els detalls millor que ells. Finalment, els humans tenim una capacitat per distingir els colors superior a la dels mamífers domèstics. Aquestes diferències es deuen, entre altres coses, al fet que nosaltres tenim un percentatge més alt de cons a la retina que els mamífers domèstics, mentre que aquests tenen un percentatge de bastons superior al nostre. Els cons i els bastons són els dos tipus de cèl·lules que responen als estímuls lluminosos. Entre els cons i els bastons, però, hi ha altres diferències importants: així, mentre que els cons necessiten molta llum per funcionar i són els encarregats de detectar els colors i els detalls, els bastons funcionen amb menys llum, però detecten principalment les grans formes i el moviment.

Un altre sentit que ens distingeix molt clarament dels mamífers domèstics i que és especialment rellevant en el context d'aquest article és l'olfacte. No hi ha cap dubte que els mamífers domèstics tenen un olfacte molt més sensible que el nostre, i a més tenen una capacitat extraordinària per distingir olors molt semblants entre si. L'olfacte del gos n'és un



bon exemple: per determinades substàncies, el gos té un olfacte que és centenars de milions de vegades més sensible que el nostre. Això vol dir que un gos seria capaç de detectar l'olor d'una substància a una concentració centenars de milions de vegades inferior a la concentració més baixa que podria detectar una persona.

Un fet que demostra molt clarament l'extraordinària capacitat olfactiva dels gossos és el fet que aquests animals poden ésser ensinistrats no només per trobar un rastre, sinó també per indicar al seu guia quina direcció seguia la persona o animal que va deixar el rastre. Aquesta és una capacitat d'allò més sorprenent, perquè el gos ha de comparar la intensitat de l'olor de dues petjades separades entre si uns pocs metres, de manera que la petjada que fa menys olor és la més antiga. Ara bé, si pensem que els gossos són capaçs de fer això amb rastres de moltes hores d'antiguitat, ens adonem de la seva habilitat per detectar petitíssimes diferències en la intensitat de dues marques oloroses. L'olfacte extraordinari del gos explica que s'ensinistrin gossos no només per seguir rastres, sinó per detectar, per exemple, baixades en la concentració de glucosa a la sang de nens diabètics mitjançant canvis en l'olor del seu alè o de la seva transpiració. Tanmateix, també s'ensinistren gossos per detectar alguns tipus de càncer tot identificant determinades substàncies que apareixen com a conseqüència de la malaltia.

Encara que el gos és el mamífer domèstic que més s'ha estudiat en relació al seu olfacte, sembla ser que tots els mamífers domèstics –i, de fet, la major part de totes les espècies de mamífers– tenen un olfacte molt més desenvolupat que els humans. I és precisament aquesta característica la que explica la importància de les feromones en el comportament de molts mamífers.

Característiques generals de les feromones

Les feromones es van descriure fa uns cinquanta anys als insectes i es defineixen com substàncies que són produïdes per un animal i alliberades al medi extern, i que causen canvis de comportament o fisiològics en altres individus de la mateixa espècie. Anys després de la seva descripció als insectes, es van descriure substàncies que acomplien aquests requisits en diferents espècies de mamífers; des de llavors fins ara, les feromones han estat objecte de molts estudis i en els darrers anys s'han estudiat les seves aplicacions a la ramaderia i la medicina veterinària.

Algunes feromones dels mamífers es produeixen a glàndules de la pell i s'alliberen al medi extern amb les secrecions d'aquestes

glàndules. Altres, en canvi, surten a l'exterior del cos de l'animal amb les femtes, l'orina, les secrecions vaginals o fins i tot la saliva.

Les feromones són captades per la mucosa olfactiva de l'animal receptor o, més sovint, per una estructura anatòmica especialitzada en la percepció de feromones que es diu òrgan de Jacobson o òrgan vomeronasal. L'òrgan vomeronasal consisteix en dos tubs que estan situats sobre el paladar i que en moltes espècies estan connectats amb la boca mitjançant un conducte. A l'interior d'aquests dos tubs es troben cèl·lules receptores que responen a les molècules de feromona i que, en ser activades, transmeten la informació corresponent al cervell, i més concretament a una estructura del cervell, l'amígdala, que participa en el control de la conducta sexual i social.

Algunes espècies mostren una conducta especial que es diu "flehmen" i que consisteix en el fet que l'animal aixeca el cap, obre la boca i arronsa el llavi superior. Aquesta conducta facilita el transport de les molècules de feromona a l'interior de l'òrgan vomeronasal.

Les feromones es classifiquen en diversos tipus d'acord amb dos criteris principals. Així, les feromones que són molècules o combinacions de molècules petites –és a dir, de baix pes molecular– són molt volàtils i arriben fins a individus receptors molt allunyats de l'animal que les ha produït i alliberat. Per contra, les que tenen un pes molecular alt són poc volàtils i només arriben als possibles receptors que estan molt propers. D'altra banda, hi ha feromones que, en ser captades pel receptor, desencadenen un canvi de conducta immediat; aquestes feromones es diuen desencadenants. Altres, en canvi, reben el nom de feromones encebadores i desencadenen canvis hormonals i canvis de conducta després d'uns quants dies.

Tradicionalment s'ha dit sempre que les feromones són específiques d'espècie, és a dir, que només tenen efecte sobre altres animals de la mateixa espècie que l'emissor de la feromona. Avui sabem, però, que això no sempre és així i que les feromones d'una espècie poden tenir efecte sobre espècies properes. Per exemple, algunes feromones del gat domèstic que descriurem més endavant tenen efecte sobre altres espècies de felins.

Algunes feromones dels mamífers domèstics

Feromones sexuals

Les femelles de moltes espècies de mamífers produeixen feromones sexuals que són eliminades a l'exterior amb les secrecions vaginals o l'orina. Aquestes feromones es produeixen sobretot durant el zel i els dies anteriors, i serveixen per indicar al mascle que la





Figura 1. Per tal que totes les ovelles del ramat pareixin si fa o no fa al mateix temps, molts ramaders utilitzen l'efecte mascle, que consisteix en introduir un marrà al ramat per tal de sincronitzar els zels de les ovelles. L'efecte mascle és conseqüència en part d'una feromona produïda pel marrà a unes glàndules properes als ulls.

femella està receptiva, és a dir, que es deixarà muntar. La feromona sexual de la gossa domèstica n'és un exemple. Es tracta d'una feromona molt volàtil, que atreu els gossos mascles que estant fins i tot lluny de la gossa els estimula a muntar-la. Curiosament, algunes gosses que no estan en zel però pateixen una infecció de la vagina, produeixen també aquesta feromona o una substància similar. Aquestes gosses atreuen els mascles, però no es deixen muntar.

En algunes espècies, els mascles també produeixen feromones sexuals. És el cas del marrà, la glàndula infraorbital, situada prop de cada ull, produeix una feromona responsable de l'anomenat "efecte mascle". Aquest efecte, conegut des de fa molt temps, consisteix en el fet que la presència del marrà (i sobretot la seva feromona) sincronitza el zel de les femelles. L'efecte mascle s'utilitza per sincronitzar els parts de les ovelles (fig. 1).

Els verros també produeixen una feromona sexual molt interessant per les seves conseqüències pràctiques. Es tracta d'una feromona que el verro allibera amb la saliva quan intenta muntar una truja. Si la truja està en zel, respon a la feromona i a altres estímuls del mascle quedant-se quieta. D'altra banda, la feromona del mascle –que és produïda només pels mas-

cles madurs sexualment i que no han estat castrats– s'acumula al greix del verro i, quan es cuina la seva carn, desprèn una olor que resulta desagradable per a moltes persones. Per aquesta raó, sovint es castren els porcs mascles que estan destinats al consum humà. Aquesta pràctica, però, és molt criticable des del punt de vista del benestar dels animals, perquè normalment es realitza sense anestèsia ni analgèsia. Tot sembla indicar que a partir de l'any 2018, els països de la Unió Europea abandonaran aquesta pràctica o, si més no, la faran amb anestèsia o analgèsia.

Feromones apaivagadores

Les anomenades feromones apaivagadores són produïdes per les femelles de moltes espècies de mamífers durant el període d'al·lactament de les cries (fig. 2). Aquestes feromones, que es produeixen a unes glàndules de la pell properes als mugrons i que són percebudes per les cries quan mamen, actuen tranquil·litzant-les i reduint el seu comportament agressiu. Curiosament, tot i que en condicions naturals els adults no estan exposats a les feromones apaivagadores, s'ha vist que mantenen la mateixa resposta que hi tenien quan eren petits.





Figura 2. Les truges lactants, igual que les femelles de moltes altres espècies, produeixen una feromona apaivagadora que actua tranquil·litzant les cries i reduint la seva conducta agressiva. Actualment es disposa d'anàlegs sintètics de les feromones apaivagadores del porc, el cavall i el gos.

Actualment, hi ha anàlegs comercials de les feromones apaivagadores de tres espècies de mamífers domèstics: el porc, el cavall i el gos. La feromona apaivagadora del porc s'utilitza a les granges per reduir les baralles entre animals, sobretot quan es barregen porcs que no havien estat mai junts. Aquestes baralles, que serveixen per establir una jerarquia entre els animals, poden produir ferides i, a més, suposen un factor d'estrès que pot predisposar a patir malalties i redueix el creixement dels animals.

En el cavall, la feromona apaivagadora s'utilitza pels seus efectes tranquil·litzants quan, per exemple, els animals s'han d'acostumar a un ambient nou. Així, s'ha vist que és molt útil per reduir la por dels cavalls quan se'ls ha de transportar. A banda, hi ha estudis que indiquen que els cavalls aprenen més ràpidament quan estan sota els efectes de la feromona, potser perquè la por i l'estrès dificulten l'aprenentatge.

Finalment, la feromona apaivagadora del gos s'utilitza també per reduir la reacció de por i estrès. Per exemple, hi ha collars que alliberen la feromona progressivament i que són útils per tranquil·litzar els gossos que tenen por de sorolls forts com ara els trons o els petards.

Feromones del gat domèstic

El gat té unes glàndules a la pell de la cara que produeixen les anomenades feromones facials (fig. 3). Quan els gats freguen el seu cap amb un altre gat o una persona, el que volen, precisament, és impregnar l'altre individu de l'olor d'aquestes feromones. Les feromones facials del gat estan formades per moltes molècules i se'n distingeixen diverses fraccions. Una d'elles, coneguda com fracció F3, actua reduint la reacció de por i estrès dels gats. Igual que passa amb les feromones apaivagadores que hem explicat a la secció anterior, també hi ha un anàleg sintètic de la fracció F3 de les feromones facials del gat. Aquest anàleg s'utilitza amb molt èxit per reduir la por i l'estrès dels gats, per exemple després d'una intervenció quirúrgica, quan se'ls canvia de domicili o quan tenen por d'altres gats. El gat és un animal molt sensible als canvis i reacciona sovint amb senyals d'estrès que li poden causar malalties.

Una altra feromona del gat domèstic que s'ha estudiat molt recentment és la feromona interdigital. Tal com el seu nom indica, aquesta feromona està produïda per unes glàndules que el gat té entre els dits de les potes de davant. Darrerament s'ha vist que si s'aplica aquesta fe-





Figura 3. Els gats domèstics produeixen diverses feromones d'interès pràctic. Una d'elles és la fracció F3 de les feromones facials, produïdes per glàndules cutànies que estan a la cara del gat. L'anàleg sintètic de la fracció F3 s'utilitza per reduir la resposta de por i estrès dels gats, per exemple després d'una intervenció quirúrgica o quan els gats s'han d'adaptar a un ambient nou.

romona sobre un determinat objecte, el gat l'utilitza per esgarrapar amb les ungles de les potes del davant. Així doncs, per evitar que el gat faci malbé mobles i altres objectes esgarrapant-los, es pot aplicar la feromona a un objecte disposat expressament per tal que el gat esgarrapi. A hores d'ara, però, encara no es disposa d'un anàleg sintètic d'aquesta feromona.

Conclusions

L'estudi de les feromones i la comunicació química dels animals domèstics ens ensenya que cada espècie té les seves característiques pròpies i, per dir-ho d'alguna manera, veu el món d'una forma única. D'altra banda, les feromones són una eina molt útil per millorar la salut, la producció i el benestar dels animals domèstics. El seu estudi és, doncs, un exemple més de com la recerca bàsica esdevé la base d'avenços pràctics.

Agraïments

La Dra. Eva Mainau va proporcionar la fotografia de la Figura 2 i la Dra. Marta Amat va proporcionar la fotografia de la Figura 3 i va revisar el text de l'article.

Lectures recomanades

- Clutton-Brock, J.A. (1999). *Natural history of domesticated mammals*, 2nd Ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- Clutton-Brock, J. i Jewell, P. (1993). Origin and domestication of the dog. In: H.E. Evans (ed.), *Miller's anatomy of the dog*, 3rd ed., pp. 21-31. WB Saunders, Philadelphia.
- Diamond J. (2006). *Armas, gèrmenes y acero*. Debate, Barcelona.
- Driscoll, C.A., Menotti-Raymond, M., Roca, A.L., Hupe, K., Johnson, W.E., Geffen, E., Harley, E.H., Delibes, M., Pontier, D., Kitchener, A.C., Yamaguchi, N., O'Brien, S.J. i Macdonald, D.W. (2007). The near eastern origin of cat domestication. *Science*, 317: 519-523.
- Federoff, N.E. i Nowak, R.M. (1997). Man and his dog. *Science*, 278: 205.
- Karlson, P. i Lüscher, M. (1959). "Pheromones": A new term for a class of biologically active substances. *Nature*, 183: 55-56.
- Miller, P.E. i Murphy, C.J. (1995). Vision in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 207: 1623-1634.
- Neitz, J., Geist, T. i Jacobs, G.H. (1989). Color vision in the dog. *Visual Neuroscience*, 3: 119-125.



- Pageat, P. i Gaultier, E. (2003). Current research in canine and feline pheromones. *In*: K.A. Houpt i V. Virga (eds.), *Update on Clinical Veterinary Behavior*. The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice, Vol. 33: 187-211. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Price, E.O. (1984). Behavioral aspects of animal domestication. *Quarterly Review of Biology*, 59: 1-32.
- Price E.O. (2002). *Animal domestication and behavior*. CAB International, Wallingford.
- Savolainen, P., Zhang, Y., Luo, J., Lundeberg, J. i Leitner, T. (2002). Genetic evidence for an East Asian origin of domestic dogs. *Science*, 298: 1610-1613.
- Serpell, J.A. (2000). Domestication and history of the cat. *In*: D.C. Turner i P. Bateson (eds.), *The domestic cat. The biology of its behaviour*, 2nd Ed. pp: 180-192. Cambridge University Press, Cambridge.
- Steen, J.B. i Wilsson, E. (1990). How do dogs determine the direction of tracks? *Acta Physiologica Scandinavica*, 139: 531-534.
- Stoddart, D.M. (1976). *Mammalian odours and pheromones*. The Institute of Biology's Studies in Biology 73. Edward Arnold, Londres.
- Van Vuure, C. (2005). *Retracing the aurochs. History, morphology and ecology of an extinct wild ox*. Pensoft Publishers, Sofia.
- Vilà, C., Savolainen, P., Maldonado, J.E. i Amorin, I.R. (1997). Multiple and ancient origins of the domestic dog. *Science*, 276: 1687-1689.
- Wayne, R.K. i Vilà, C. (2001). Phylogeny and origin of the domestic dog. *In*: A. Ruvinsky i J. Sampson (eds.), *The genetics of the dog*, pp. 1-13. CABI, Wallingford.

