

Estudi de l'impacte potencial de les explotacions apícoles en la disponibilitat de recursos florals i la biodiversitat d'insectes pol·linitzadors al Parc del Garraf

Novembre 2011

Memòria realitzada per: Anselm Rodrigo, Jordi Bosch i Xavier Arnan

Anselm.Rodrigo@uab.es; Jordi.Bosch@uab.es; x.arnan@creaf.uab.es

Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) i Unitat d'Ecologia,
Universitat Autònoma de Barcelona

Antecedents

L'abella mel·lífera (*Apis mellifera*) juga un paper fonamental en la pol·linització de moltes plantes conreades i silvestres. Per aquest motiu, sempre s'ha considerat que es tracta d'una espècie beneficiosa i l'explotació de floracions per a la producció de mel es contempla com una pràctica respectuosa i inclús beneficiosa pel medi ambient. Tot i acceptant l'indubtable servei ecològic que proporcionen les explotacions apícoles en zones agrícoles, és evident que, com en qualsevol pràctica ramadera, una sobreexplotació de les floracions en una determinada zona podria arribar a crear situacions d'escassetat de recursos florals (pol·len i nèctar) dels quals depenen molts altres insectes pol·linitzadors. Aquesta limitació dels recursos disponibles implicaria una competència d'*A. mellifera* amb la resta de pol·linitzadors de la comunitat. Evitar que s'arribi a aquests nivells de sobreexplotació és especialment important en parcs naturals i altres espais destinats a preservar la biodiversitat.

Gràcies a la seva capacitat de comunicar la situació de fonts d'aliment, *A. mellifera* té la possibilitat, única entre els insectes pol·linitzadors europeus, de concentrar un gran nombre d'individus en zones riques en flors. Es tracta, per tant, d'una espècie altament competitiva a l'hora d'explotar els recursos florals. Tot i així, per a demostrar que *A. mellifera* afecta negativament les comunitats i poblacions d'altres insectes pol·linitzadors, seria necessari en primer lloc establir fins a quin punt la seva presència rebaixa els recursos florals a nivells que esdevenen limitants per l'èxit reproductiu d'altres espècies de pol·linitzadors. Encara que simple en la seva formulació, aquest objectiu és molt difícil d'assolir per diversos motius. En primer lloc, el radi de recol·lecció d'un rusc és molt gran (distàncies de 4 Km són habituals), fet que obliga a

mostrejar una gran superfície. En segon lloc, *A. mellifera* és un organisme molt mòbil i l'àrea de recol·lecció d'un apiari pot canviar ràpidament en resposta a canvis temporals en la distribució de recursos florals. En tercer lloc, la intensitat i la fenologia de floració de les plantes que produeixen pol·len i nèctar fluctua molt, no només estacionalment, sinó també d'any a any, de manera que els nivells de recursos disponibles són molt variables en el temps. Per últim, les poblacions d'insectes pol·linitzadors també estan sotmeses a grans fluctuacions interanuals, causades no solament per canvis en la disponibilitat de recursos, sinó també per canvis en les condicions climàtiques i diversos factors de mortalitat (paràsits, patògens). Tot això fa difícil mesurar la possible competència d'*A. mellifera* envers altres insectes pol·linitzadors.

En aquest informe presentem els resultats d'un estudi realitzat al Parc del Garraf els anys 2010 i 2011 per encàrrec del propi Parc i finançat per la Diputació de Barcelona.

Objectius

L'objectiu general de l'estudi és mesurar l'efecte de les explotacions apícoles en la disponibilitat de recursos florals i el seu possible impacte sobre les comunitats i poblacions d'altres insectes pol·linitzadors al Parc Natural del Garraf. Ens proposem els següents objectius específics:

- 1) Mesurar la densitat d'*A. mellifera* al llarg d'un gradient de distàncies progressivament allunyades dels apiaris.
- 3) Mesurar els nivells de recursos florals al llarg d'aquest gradient.

- 4) Mesurar la densitat i la riquesa d'espècies d'altres espècies d'insectes pol·linitzadors al llarg d'aquest gradient.

Amb aquests objectius ens proposem establir si es produeix una disminució dels nivells de pol·len i nèctar i, en cas afirmatiu, fins a quina distància de l'apiari arriba aquest efecte. També ens proposem establir si aquesta disminució coincideix amb canvis en la composició de la comunitat d'insectes pol·linitzadors o en la seva abundància. Aquesta informació és el primer pas necessari per a establir una capacitat de càrrega de ruscos (en funció de la densitat de flors) per sota de la qual la presència d'*A. mellifera* és compatible amb el manteniment de les comunitats naturals d'insectes pol·linitzadors.

Àrea d'estudi

Hem repartit les parcel·les de mostreig per tota la zona del Parc dominada per matollar continu amb presència alta o molt alta de plantes d'interès apícola, especialment romaní (*Rosmarinus officinalis*), farigola (*Thymus vulgaris*) i estepes (*Cistus albidus*, *C. salvifolius* i *C. monspeliensis*). Per tant, hem evitat les zones on hi ha molta presència d'estrat arbori o zones de matollar fragmentades i aïllades. Els motius d'aquesta selecció són dos. En primer lloc, a les zones boscoses hi ha menys plantes amb flors i per tant tenen menys interès apícola i hi ha menys diversitat d'insectes pol·linitzadors. En segon lloc, per assolir els nostres objectius calia homogeneïtzar al màxim possible els punts de mostreig en quant a l'oferta de recursos florals disponibles. Això ens ha permès comparar millor els resultats entre els diferents punts de mostreig. L'àrea d'estudi l'hem delimitat a partir d'ortofotomapes 1:5000 que ens permeten identificar les zones de bosc i matollar. Els límits s'han corroborat mitjançant visites "in situ".

Amb aquesta informació hem delimitat una zona en forma de semicercle de 5-6 km de radi que inclou la major part de la superfície de matollar del parc.

Hem establert 21 parcel·les per al seguiment de l'abundància d'*A. mellifera*, l'abundància i riquesa d'espècies d'altres insectes pol·linitzadors, l'abundància de flors, el consum de recursos florals (pol·len i nèctar) i els substrats de nidificació d'insectes pol·linitzadors (un altre factor que pot influir en l'abundància i riquesa d'altres insectes pol·linitzadors). Els criteris seguits per triar les parcel·les són els següents: 1) Que estiguessin repartides per tota la zona d'estudi de manera que no quedessin grans zones de matollar sense mostrejar; 2) Que la distància entre parcel·les oscil·lés entre 500 i 1500 m; 3) Que hi hagués una elevada presència d'espècies d'interès apícola, sobretot romaní, però també farigola i estepes.

Distribució d'*A. mellifera* al Parc i relació amb la presència d'apiaris

A partir d'informació facilitada per la Generalitat de Catalunya, vam establir, per a cada parcel·la, la distància als diversos apiaris presents al Garraf. El conjunt de les 21 parcel·les va proporcionar un rang de distàncies als apiaris que va des de 261 m (la més propera a algun apiari) a 5122 m (la més allunyada). Aquestes dades ens han permès relacionar l'abundància d'*A. mellifera* (obtinguda a partir de mostreigs amb trapes de colors; vegeu més avall) amb la distància de cada parcel·la a l'apiari més proper.

Existeix una clara relació logarítmica entre ambdues variables ($R^2 = 0,44$; $P = 0,001$).

Com es pot veure a la Figura 1, les parcel·les situades a menys d'un Km d'un apiari tenen una major abundància d'*A. mellifera* i aquesta abundància disminueix al augmentar la distància a un apiari. Tot i aquest gradient espacial, cal destacar que vam trobar *A. mellifera* en totes les parcel·les. És a dir, *A. mellifera* està present en tota la

superfície del matollar, fet que dificulta la detecció d'un possible efecte perquè no tenim parcel·les “control” (sense *A. mellifera*).

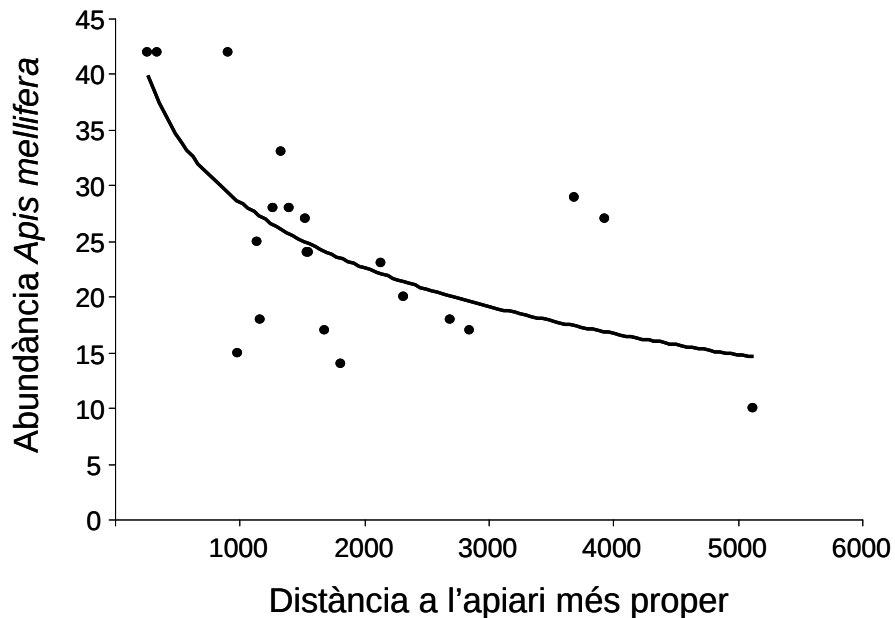


Figura 1. Relació entre l'abundància d'*A. mellifera* (calculada com la suma de tots els individus obtinguts en els 8 mostrejos) i la distància (en m) a l'apiari més proper.

Disponibilitat de flors i substrats de nidificació

Encara que se's va intentar homogeneïtzar al màxim la composició florística de les parcel·les, existeixen diferències importants en quant a la presència i densitat de determinades espècies de plantes. La densitat de les espècies dominants (romaní, farigola, estepes) pot incrementar o diluir el possible efecte de l'abundància d'*A. mellifera* sobre el consum de recursos florals. Per aquest motiu, a cada parcel·la vam quantificar la riquesa i l'abundància de flors mitjançant 2 transsectes de 40 x 1 m. Al llarg d'aquests transsectes es va estimar el volum (a partir de mesures de recobriment i

alçada de la mata) de tots els individus de les sis espècies de plantes d'interès apícola més abundants a la brolla: romaní (*R. officinalis*), farigola (*T. vulgaris*), estepa blanca (*C. albidus*), estepa borrera (*C. salvifolius*), estepa negra (*C. monspeliensis*) i botja (*Dorycnium pentaphyllum*). Aquestes espècies suposen un percentatge molt elevat (70-90%) del total de flors de la zona. A partir dels volums de les mates es va estimar el nombre de flors de cada individu segons regressions lineals entre volum i nombre de flors obertes obtingudes durant el pic floració de cada espècie ($R^2 = 0,36 - 0,63$; $P = 0,001 - 0,015$). Com que les diferents espècies del gènere *Cistus* són molt coincidents en el seu període de floració i no eren presents a totes les parcel·les, es van agrupar en una sola variable. Així, per cada parcel·la obteníem el nombre de flors de cada espècie per m². La quantitat de pol·len i nèctar per flor és molt variable d'una espècie a l'altra. Per aquest motiu, vam estimar la quantitat total de pol·len i nèctar a cada parcel·la en funció del nombre de flors i la producció de pol·len i nèctar per flor de cada espècie obtingudes en estudis paral·lels al mateix Parc.

El romaní, *R. officinalis*, és l'espècie predominant en la majoria de parcel·les i constitueix la principal font de pol·len i, sobretot, de nèctar. El segueix la farigola, *T. vulgaris*, que presenta una distribució molt més heterogènia, sent abundant a la zona central i oriental de la brolla, però no en la zona occidental. La botja, *D. pentaphyllum*, es troba molt localitzada a la franja nord i oest de la zona. Encara que pot arribar a ser relativament abundant a algunes zones, la seva contribució en termes de pol·len i nèctar és molt inferior a la de les dues espècies anteriors. Per últim, la distribució de *Cistus* és molt heterogènia, però degut a la gran quantitat de pol·len per flor que produeixen, representen una font d'aquest recurs molt important en algunes parcel·les.

La disponibilitat de recursos de nidificació utilitzats per les abelles per fer el niu també pot influenciar l'abundància i riquesa d'aquest grup. Els substrats de nidificació es van mesurar en els mateixos transsectes que els recursos florals. La majoria d'espècies d'abella fan el niu sota terra, en zones de sòl nu. Altres espècies nidifiquen en cavitats preestablertes, que poden ser des de forats en arbres morts o en roques fins a closques de cargols buides. Algunes espècies utilitzen tiges de medul·la tova o buides. En aquesta categoria hem inclòs el càrritx, que presenta tiges d'aquest tipus. Finalment, algunes espècies nidifiquen sota les pedres i altres en cavitats preestablertes sota terra, com ara caus abandonats de rosegadors. En aquesta categoria hem inclòs les mates de garric, ja que de vegades hi hem trobat nius de borinot (*Bombus terrestris*). Els resultats mostren que el sòl nu i el garric són abundants en totes les parcel·les, mentre que la resta de substrats no. Tots els substrats mostren distribucions molt heterogènies.

Composició de la comunitat d'insectes pol·linitzadors

A cada parcel·la vam col·locar 6 estacions de mostreig (dues fileres de 3 estacions separades per 10 m). Cada estació constava d'un plat groc, un blau i un blanc. Aquests plats estaven pintats amb pintura que reflecteix la llum ultraviolada, de manera que són molt atractius pels insectes pol·linitzadors. Els plats estaven plens d'aigua amb unes gotes de detergent per a trencar la tensió superficial, i per tant actuaven com a trampa. Cada mostreig consistia en exposar aquests plats durant tot un dia (assolellat i amb poc vent), des de que començava l'activitat dels pol·linitzadors (a partir de les 9 del matí) fins que aquesta activitat desapareixia (cap a les 6 de la tarda). Per tal que les dades fossin comparables, el mostreig es feia simultàniament a les 21 parcel·les. Al final del dia es recollien els insectes atrapats a cada estació. En total es van realitzar 8 mostresjos,

aproximadament un cada dues setmanes de març fins a juny, per tal de cobrir tot el període de màxima floració. Això representa un total de 1008 mostres (6 estacions x 21 parcel·les x 8 mostres).

La identificació dels insectes que han caigut a les trampes ens ha permès, d'una banda, establir l'abundància d'*A. mellifera* a cada parcel·la i la seva relació amb la distància als apiaris, tal com ja s'ha explicat (Figura 1). Per altra banda, ens ha permès documentar l'abundància i riquesa d'altres insectes pol·linitzadors. Dels diversos grups d'insectes pol·linitzadors ens hem centrat en el de les abelles, ja que són el grup de pol·linitzadors més important i el que en principi s'hauria de veure més afectat per una possible competència amb *A. mellifera* perquè la seva alimentació, tant en estadi adult com en estadi larvari, es basa exclusivament en els recursos florals (pol·len i nèctar).

En total s'han capturat 6496 individus corresponents a 113 espècies i cinc famílies d'abelles: Apidae (33 espècies), Andrenidae (29), Megachilidae (24), Halictidae (22) i Colletidae (5). D'aquestes espècies, 19 (incloent *A. mellifera*) representen el 83,2% de la comunitat (ajuntant les 21 parcel·les). L'espècie més abundant és *Lasioglossum subhirtum*, que suposa un 27,4% del total d'individus capturats. De les 94 restants, 39 espècies estan representades per un sol individu. La riquesa d'espècies per parcel·la oscil·la entre 23 i 48, i l'abundància (individus capturats) entre 203 i 553. A grans trets, el Parc presenta una franja oriental dominada per *Andrena* sp. A, mentre que la resta de la brolla està dominada per *L. subhirtum*, amb excepció d'una parcel·la que presenta una composició bastant diferent a les altres, amb dominància d'*Anthidium sticticum*.

Relació entre la comunitat d'insectes pol·linitzadors i *Apis mellifera*

Per a les 21 parcel·les de mostreig, hem estudiat tres variables referents a la comunitat d'abelles diferents d'*A. mellifera*: l'abundància, la riquesa d'espècies i la biomassa (obtinguda multiplicant el pes corporal fresc de cada espècie pel nombre d'individus capturats). En principi, cal esperar que aquestes variables estiguin influenciades per la disponibilitat de recursos florals, la disponibilitat de recursos de nidificació i, possiblement, l'abundància d'*A. mellifera*. A més, cal esperar que una possible competència per part d'*A. mellifera* afecti més les espècies de mida corporal gran (que requereixen més recursos alimentaris) que les de mida petita. Per aquest motiu, les anàlisis d'abundància i riquesa d'espècies les hem fet per separat en abelles grans (de pes corporal semblant o superior a *A. mellifera*) i petites (de pes corporal inferior a *A. mellifera*). Hem realitzat una sèrie d'anàlisis de Regressió Lineal Múltiple utilitzant la riquesa, l'abundància i la biomassa d'altres abelles com a variables dependents, i la distància de la parcel·la a l'apiari més proper i l'abundància de flors de *R. officinalis*, *T. vulgaris*, *Cistus* spp. i *D. pentaphyllum* com a covariables. Les variables de substrats de nidificació han estat excloses perquè anàlisis prèvies indicaven que la seva influència era mínima.

No hem trobat cap efecte sobre la riquesa d'espècies, però sí sobre l'abundància i la biomassa d'abelles. Un cop restat l'efecte de l'abundància de flors, existeix un efecte significatiu de la distància a l'apiari més proper sobre l'abundància d'abelles grans (Taula 1; Figura 2a). És a dir, les parcel·les més allunyades dels apiaris tenen una major presència d'abelles grans, i aquest efecte no ve determinat per la quantitat de recursos florals disponibles. En canvi, no s'observa cap relació significativa en el cas de les

abelles petites. En l'anàlisi de la biomassa també trobem un efecte significatiu, de manera que les parcel·les allunyades dels apiaris contenen una major biomassa d'abelles (Taula 1; Figura 2b).

Variable dependent	R ²	P	Variables independents	β estandarditzada	t	P
Abundància abelles grans	0,40	0,02	Distància apiari	0,55	2,5	0,023
			Flors <i>Cistus</i> spp.	0,33	1,8	0,095
			Flors <i>D. pentaphyllum</i>	-0,06	-0,3	0,783
			Flors <i>R. officinalis</i>	0,17	0,9	0,366
			Flors <i>T. vulgaris</i>	-0,16	-0,8	0,423
Biomassa abelles	0,31	0,05	Distància apiari	0,50	2,2	0,046
			Flors <i>Cistus</i> spp.	0,36	1,8	0,091
			Flors <i>D. pentaphyllum</i>	0,06	0,3	0,801
			Flors <i>R. officinalis</i>	0,09	0,5	0,631
			Flors <i>T. vulgaris</i>	-0,03	-0,1	0,893

Taula 1. Taula resum de les regressions múltiples realitzades entre variables que descriuen la comunitat de pol·linitzadors (abundància d'abelles grans i biomassa d'abelles) i la distància a l'apiari més proper, incorporant també l'abundància de flors (*Cistus* spp., *D. pentaphyllum*, *R. officinalis* i *T. vulgaris*).

Consum de recursos florals

En principi caldria esperar que a les parcel·les amb major presència d'*A. mellifera* trobéssim un consum més elevat de recursos florals. Aquest podria ser un mecanisme mitjançant el qual les poblacions d'*A. mellifera* limitessin les poblacions d'altres abelles. Vam mesurar els nivells de nèctar en el romaní (*R. officinalis*) i la botja (*D. pentaphyllum*). A cada parcel·la es marcaven a primera hora del matí 20-30 individus de l'espècie focal.

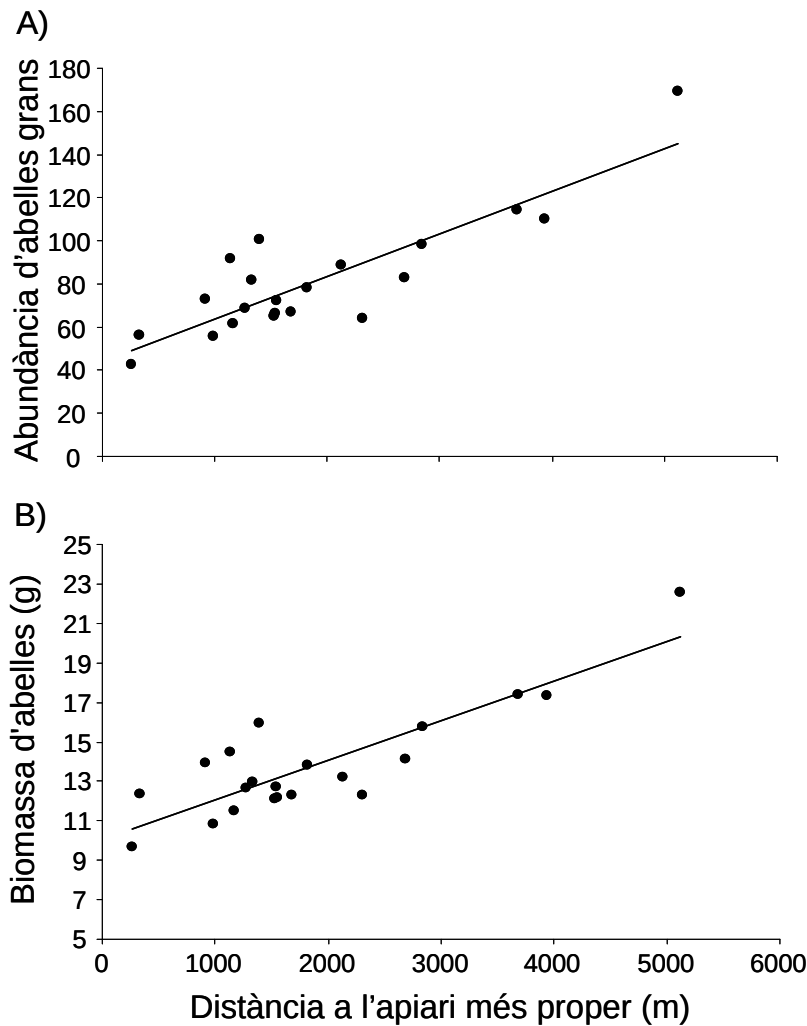


Figura 2. Relació entre la distància a l'apiari més proper i A) l'abundància d'abelles grans, i B) la biomassa d'abelles. Els valors corresponen a aquells predits pels models de regressió múltiple un cop se'ls hi ha restat l'efecte de l'abundància de flors.

En el cas del romaní, vam seleccionar 20-30 individus en cada parcel·la (19 parcel·les), i en cada individu vam marcar, a primera hora del matí (9:00-10:00), 4 flors recentment obertes (en fase masculina i amb les 2 anteres plenes de pol·len). A la tarda (16:00-17:00), vam mesurar el volum de nèctar de cada flor amb microcapilars d'1 microlitre.

En el cas de la botja (13 parcel·les), vam marcar 3 flors d'una mateixa inflorescència en 30 individus per parcel·la. A cada inflorescència es va mesurar, amb microcapilars de 0.5 microlitres, el volum de nèctar d'una flor al matí, una al migdia i l'altra a la tarda.

Els nivells obtinguts al migdia i tarda dividits pel nivell obtingut al matí ens donen una estima del consum de nèctar al llarg del dia. En total hem mesurat el nèctar en unes 1900 flors de romaní i 975 de botja.

A més de mesurar els nivells de pol·len i nèctar, en cada un d'aquests mostrejos es va mesurar la taxa de visita (nombre de pol·linitzadors atrets per 10000 flors i minut), mitjançant censos visuals en 10 plantes (romaní) o 5 plantes (botja). Cada cens durava 2 minuts i les plantes seleccionades eren observades diverses vegades al llarg de tot el dia durant el període de més activitat (de les 11:00 fins a les 16:00). Això ens permet relacionar els nivells i el consum de recursos amb la taxa de visites d'*A. mellifera* i dels altres pol·linitzadors.

En el cas del romaní hem trobat una relació logarítmica significativa ($R^2 = 0,36$; $P < 0.03$) entre la taxa de visita d'*A. mellifera* (nombre de contactes per flor i minut) al llarg de tot el dia i els nivells de nèctar (volum) que queden a les flors al final del dia (Figura 3). És a dir, a les parcel·les on hi ha molta activitat d'*A. mellifera* els nivells de nèctar són clarament més baixos. Aquests resultats es podrien veure influenciats per la taxa de visita d'altres pol·linitzadors. Per aquest motiu, hem realitzat una anàlisi de regressió múltiple pas a pas en el que a més de la taxa de visita d'*A. mellifera* hem introduït la taxa de visita de *Bombus terrestris* (la segona espècie, després d'*A. mellifera* que més visita el romaní) i la taxa de visita de les altres abelles. L'única variable que ha entrat en el model és la taxa de visita d'*A. mellifera* ($R^2=0,23$; $\beta=-0,5$; $P=0,023$) confirmant que la davallada de recursos és atribuïble a aquesta espècie i que la contribució dels altres pol·linitzadors no és significativa.

En el cas de la botja, no hem trobat cap relació significativa entre la taxa de visites d'*A. mellifera* i els nivells de nèctar disponibles al final del dia o el consum de nèctar (diferència entre els nivells del matí i els nivells de la tarda).

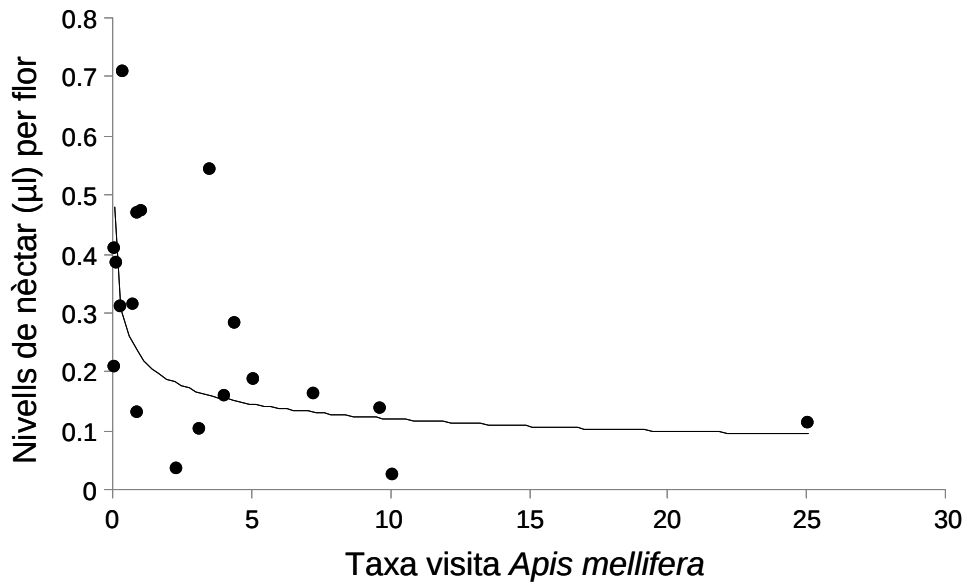


Figura 3. Nivells de nèctar en flors de romaní al final del període diari d'activitat (5:00 de la tarda) en relació a la taxa de visita d'*Apis mellifera* (nombre de contactes per 10000 flors i minut).

Conclusions

Els resultats obtinguts es poden resumir en els següents punts:

- 1) La presència d'*A. mellifera* arriba a tot el Parc del Garraf, inclús als punts més allunyats dels apiaris. Aquest resultat era esperable tenint en compte el radi de recol·lecció d'*A. mellifera*.
- 2) Hi ha un gradient geogràfic clar en la distribució de l'abundància d'*A. mellifera* al matollar del Parc, que s'explica per la situació dels apiaris.

- 3) El Parc alberga una gran riquesa d'insectes pol·linitzadors en general (més de 300 espècies) i d'abelles en particular (més de 100 espècies). Aquesta alta diversitat d'abelles és característica dels ambients mediterranis.
- 4) La riquesa i abundància de la comunitat d'abelles del Parc no depèn dels substrats de nidificació, que semblen ser prou abundants en tot el Parc, però sí de la disponibilitat de recursos florals. Aquest resultat coincideix amb la majoria d'estudis publicats on es compara la importància relativa dels dos tipus de recursos.
- 5) Les parcel·les més properes als apiaris presenten una menor abundància d'abelles de mida corporal gran i una menor biomassa total d'abelles diferents d'*A. mellifera*. En canvi, no hem trobat cap relació entre la distància als apiaris i la riquesa d'espècies.
- 6) Els nivells de nèctar en flors de romaní al final del dia estan negativament relacionats amb les taxes de visita d'*A. mellifera*, però no amb les taxes de visita d'altres abelles. En canvi, no hem trobat cap relació d'aquest tipus amb el nèctar de la botja.

En conclusió, els resultats d'aquest estudi indiquen que la presència d'apiaris condiciona fortament la densitat d'*A. mellifera* al Parc i que els nivells de densitat actuals afecten els nivells de recursos florals, així com l'abundància d'altres pol·linitzadors. És important remarcar que aquest efecte no es limita a les immediacions dels apiaris. Diversos estudis mostren que en condicions d'abundància de recursos, la majoria de les obreres recol·lecten en un radi de 1 Km, aproximadament, però en el cas del Parc, segurament en relació al nombre de ruscus per apiari, sembla que aquesta distància és insuficient per abastir les poblacions d'*A. mellifera* presents. El gradient de

disminució dels nivells de nèctar de romaní coincideix amb la disminució de la biomassa d'abelles i de l'abundància d'abelles en les parcel·les més properes als apiaris. Per tant, considerem que no és aconsellable augmentar el nombre de ruscós al Parc. Un augment en la densitat d'*A. mellifera* suposaria una expansió del radi de recol·lecció de les colònies, que trobarien encara menys aliment prop dels apiaris i es veurien obligades a recol·lectar en les zones on la densitat és actualment més baixa, afectant les poblacions d'altres insectes pol·linitzadors també en aquestes zones del Parc. Considerem que la elevada riquesa d'espècies d'abelles i altres insectes pol·linitzadors del Parc és un important valor a conservar.

