



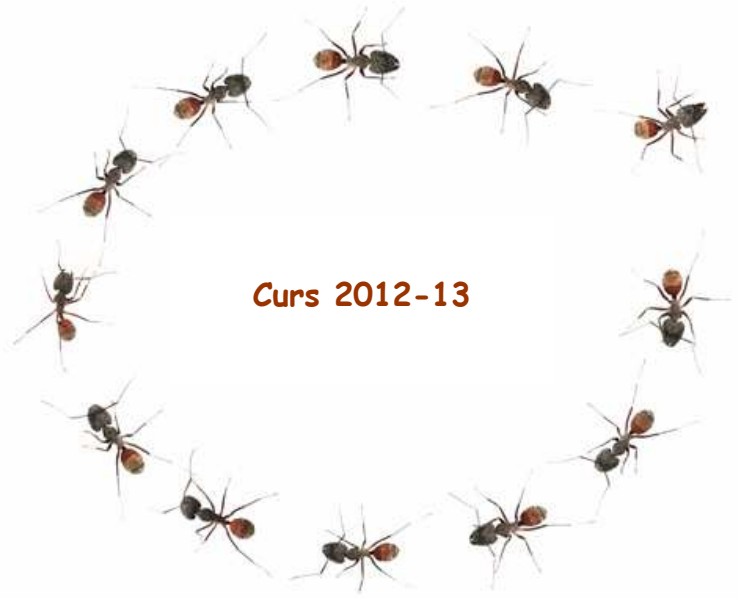
La formiga roja



del



Parc Nacional d'Aigüestortes



Curs 2012-13



ÍNDEX

0. Introducció	3
1. Les formigues	5
1.1. Morfologia	5
1.1.1. Polimorfisme	6
1.2. Cicle vital	7
1.2.1. Metamorfosi	7
1.2.2. Fundació d'una colònia	8
1.3. Comportament social	9
1.3.1. Comunicació	9
1.3.2. Alimentació	9
1.3.3. Els formiguers	11
1.4. Distribució i diversitat	12
1.5. Èxit evolutiu dels insectes socials	12
2. La formiga roja	14
3. L'àrea d'estudi	16
3.1. El Parc Nacional d'Aigüestortes	16
3.2. El Planell del Sant Esperit	17
4. Treball de camp	19
4.1. Localització dels formiguers	19
4.2. Els camins de formigues	22
4.3. La mida de les formigues d'un mateix formiguer	25
4.4. El grau d'acidesa de l'àcid fòrmic	26
4.5. El comportament de la formiga roja en relació amb l'aliment	28
4.6. La relació entre formiguers	30
4.7. La variació de la temperatura als formiguers durant el dia	31
4.8. L'activitat a la superfície dels formiguers en relació amb la temperatura i l'hora del dia	35
5. Conclusions	39
6. Fonts d'informació	41
7. Annexos	42



0. INTRODUCCIÓ

Quan pensem en un animal característic de la nostra zona, ens ve a la ment l'isard, el trencalòs o el gall fer. Però n'hi ha un que sovint ens passa desapercebut i que supera en molts milions d'individus tots els altres: la formiga roja de muntanya. Des de petit m'han agradat les ciències naturals, sobretot els animals, per això he volgut fer la meua recerca estudiant aquest interessant insecte en el seu hàbitat; poder fer treball de camp és també una de les raons que em van portar a triar aquest tema.

Així doncs, aquest treball és el resultat d'una recerca sobre la formiga roja. La zona on he fet l'estudi és el Parc Nacional d'Aigüestortes, en concret l'àrea del Planell del Sant Esperit.

Els objectius principals del meu treball són:

- Localitzar, descriure i geoposicionar tots els formiguers que hi ha en una zona del Planell del Sant Esperit.
- Investigar sobre les rutes que segueixen les formigues fora dels nius.
- Mesurar la temperatura interior dels formiguers i comprovar si varia segons la profunditat, l'hora del dia i la temperatura ambient.
- Observar l'activitat a la superfície del formiguer relacionant-la amb la temperatura i l'hora del dia.
- Estudiar alguns comportaments de la formiga roja pel que fa a l'aliment i a les relacions entre diferents formiguers.

Vaig començar el treball al febrer del 2012 informant-me sobre la biologia de l'animal a través de llibres i d'Internet i planificant el treball de camp. No em vaig posar a treballar sobre el terreny fins a l'estiu, ja que a l'hivern les formigues estan hivernant i a la nostra zona, els nius no comencen a estar plenament actius fins ben entrada la primavera. Després d'alguna visita al Parc per reconèixer el terreny, a finals de maig vaig fer l'inventari de nius de l'àrea delimitada. Vaig triar aquesta àrea per ser de fàcil accés i presentar una alta densitat de formiguers. Les diferents observacions s'han fet en 8 visites més, durant el juliol, l'agost i el setembre.

El treball té dues parts: una base teòrica i un treball de camp. La base teòrica comença amb una síntesi de la biologia de les formigues (morfologia, cicle vital i comportament social), la seva distribució i èxit evolutiu; a continuació, se centra en les característiques de la formiga roja. Les mesures i observacions fetes al treball de camp estan encaminades a estudiar els formiguers per una banda (localització, orientació, mida, camins que surten d'ells, temperatura superficial i interior) i les formigues per una altra (mida, comportament en relació amb l'aliment, relació entre elles i activitat a la superfície del niu). Finalment hi ha les conclusions extretes i les fonts d'informació, així com uns annexos que contenen dades de camp.

No he trobat massa dificultats a l'hora de fer-lo, això sí, m'he adonat que observar els nius és molt més fàcil que observar les formigues perquè elles solen fer el que volen i no allò que un esperaria que fessin.



Per acabar, vull agrair el seu ajut a Xim Cerdà, mirmecòleg del CSIC, que m'ha suggerit diferents observacions i m'ha aclarit dubtes amb molta amabilitat. També vull donar les gràcies a Mercè Aniz, directora del Parc Nacional d'Aigüestortes, per donar-me el permís per treballar al Parc, i poder-hi accedir amb cotxe particular. Finalment em queda donar les gràcies a la meva tutora i professora, Isabel Reynal, pel seu guiatge, imprescindible en tot moment.



1. LES FORMIGUES

Els insectes són una classe d'animals invertebrats que pertanyen al filum dels artròpodes. El terme artròpode s'aplica a animals invertebrats amb exoesquelet de quitina i apèndix articulats. Es divideixen en 4 grans grups: aràcnids, crustacis, miriàpodes i insectes.

El cos dels insectes està dividit en tres zones: el cap, d'on surt un parell d'antenes, el tòrax amb tres parells de potes i dos parells d'ales (que poden estar reduïdes o fins i tot faltar) i l'abdomen. La seva anatomia interna és molt senzilla. Respiren a través de l'exoesquelet mitjançant tràquees, el seu aparell circulatori està format per un tub llarg i prim que s'estén per la part superior del cos i fa les funcions de cor. El sistema nerviós es compon d'un cordó nerviós ventral que s'estén al llarg del cos, amb diversos ganglis i ramificacions que arriben als extrems dels diferents membres. Dins dels insectes, les formigues pertanyen a l'ordre dels himenòpters junt amb les vespes i les abelles.



Fig.1.1. Els coleòpters tenen un parell d'ales dures, que serveixen per protegir el cos.

Les formigues són animals fascinants, tant per la seva organització social com per la seva fabulosa abundància. S'ha estimat que actualment el nombre d'insectes vius a la Terra en un moment donat és un trilió (10^{18}) d'individus. Considerant que l'1% d'aquesta multitud són formigues, la seva població seria d'uns 10.000 bilions. Cada obrera pesa entre 1 i 5 mil·ligrams. Tenint en compte aquestes dades, si reuníssim totes les formigues del món pesarien aproximadament el mateix que tots els éssers humans!

1.1. Morfologia

Les formigues es diferencien morfològicament dels altres insectes en la llargària i mobilitat de les antenes i per la presència de pecíol, constricció entre el tòrax i l'abdomen.

Cap

El cap de la formiga conté molts òrgans sensorials. Com la majoria d'insectes, tenen ulls compostos, formats per ommatidis¹. Algunes tenen, a més, tres ocells o ulls simples constituïts per un sol ommatidi i disposats formant un triangle al mig del cap. Es creu que aquests tenen la funció de mesurar la intensitat de la llum. Hi ha espècies que no tenen ulls.

¹ ommatidis: unitats sensorials formades per cèl·lules fotoreceptores capaces de distingir entre la presència i la falta de llum i, en alguns casos, capaces de distingir entre colors.

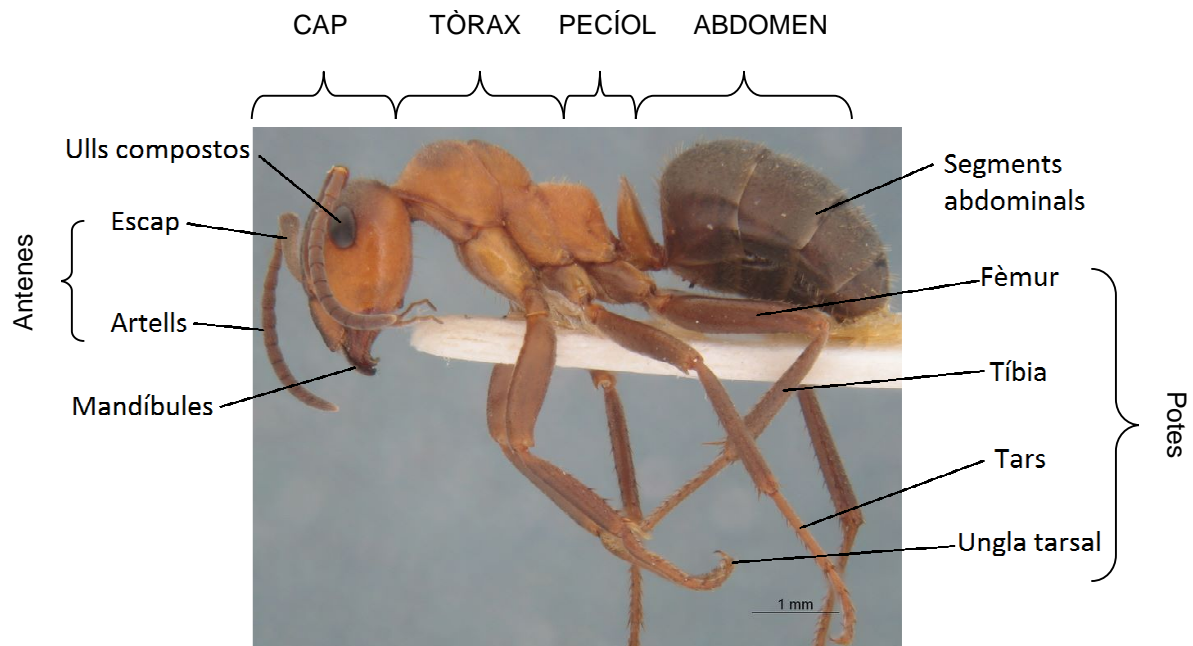


Fig.1.2. Morfologia d'una formiga (*Formica lugubris*).

El cap porta dues antenes, òrgans amb els quals poden detectar substàncies químiques, corrents d'aire i vibracions. També els serveixen per transmetre i rebre senyals per mitjà del tacte. Aquestes antenes són molt llargues i mòbils, tenen forma de colze i estan formades per molts segments (fins a 13). A la boca tenen dues grans mandíbules, que usen per transportar l'aliment, manipular objectes, construir caus i defensar-se. En algunes espècies, dins la boca, hi ha la cambra intrabucal o pap social, una mena de petita butxaca que emmagatzema aliment, per després passar-lo a altres formigues o a les larves.

Mesosoma

És l'equivalent del tòrax i en ell es troben les sis potes i les ales. Les potes estan formades pel fèmur, la tíbia i el tars i a la punta hi ha una urpa. Els dos parells d'ales els presenten les reines i els mascles abans del vol nupcial.

Abdomen

L'abdomen de les formigues alberga els òrgans vitals més importants, com els dels sistemes respiratori, excretor i reproductor. Algunes espècies tenen un fibló a la punta de l'abdomen per caçar i defensar-se, n'hi ha que han reemplaçat el fibló per un sistema excretor d'àcid fòrmic.

1.1.1. Polimorfisme

Dins d'un mateix niu hi ha diferents tipus de formigues: habitualment hi ha la reina, les obreres



Fig.1.3. Les obreres tenen cura de les larves.



i les cries. De tant en tant s'hi afegeixen els individus sexuats: mascles i reines verges.

Les femelles fèrtils o reines són alades fins que són fecundades, i tenen el cervell molt poc desenvolupat. La seva funció és pondre ous. Els mascles tenen ales permanentment i mandíbules i cap petits. La seva única funció és fertilitzar la reina i moren quan s'acaben els vols nupcials. Les femelles estèrils o obreres no tenen ales i tenen un cervell gran i complicat, on resideix el mecanisme de tota la seva complexa vida instintiva. Les funcions de les obreres són diverses: tenir cura de les cries, netejar el niu, defensar la colònia i recercar i transportar aliment.



Fig.1.4. Les soldats estan equipades amb poderoses mandíbules.

Dins de les obreres hi ha divisió del treball. Hi ha espècies en què totes les obreres tenen la mateixa mida i es divideixen la feina segons l'edat. Altres en què hi ha tres mides: menors, mitjanes i majors; les menors acostumen a protegir i tenir cura de les larves i de la reina; les mitjanes fan funcions de exploració, construcció i manteniment del niu, i les grans, com les soldats, van a caçar i defensen el niu. Finalment n'hi ha que presenten dues mides: les petites s'encarreguen de les tasques dins del niu i les grans de les de fora.

Els primers ous de la reina sempre donen obreres menors. Els següents donen obreres o soldats en funció de l'aliment subministrat a les larves. Els sucres donen major proporció d'obrereres i la carn dóna més proporció de soldats. Les femelles fèrtils (futures reines si sobreviuen i s'aparellen) requereixen condicions de menjar i calor òptimes; si no, seran obreres.

1.2. Cicle vital

1.2.1. Metamorfosi

Les formigues presenten metamorfosi completa, és a dir, el seu cicle vital té quatre etapes: ou, larva, crisàlide i adult.

La seva vida comença a partir d'un ou, si aquest ha estat fertilitzat es desenvoluparà una femella i si no, un mascle. Els ous de les formigues són molt petits (d'1 a 2 mil·límetres de llarg) i al cap de dos a sis setmanes de la posta, en sortirà una larva. Les larves no tenen ulls ni extremitats, són vigilades i alimentades pels adults, que els proporcionen aliment regurgitat o bé trossos sòlids de menjar. Com ja s'ha dit, l'aliment subministrat a les larves determinarà la casta de la formiga. Després d'alimentar-se durant un o dos mesos la larva es transforma en pupa o crisàlide. I aquesta, després d'un període de repòs, es transformarà en adult. La durada d'aquestes fases pot variar molt, ja que depèn de molts factors ambientals com la temperatura o el grau



d'humitat i també de factors com la disponibilitat de recursos, el nombre d'individus a la colònia, etc.

1.2.2. Fundació d'una colònia

Tot comença una tarda assolada d'agost o setembre. Si ha plogut recentment i l'aire està quiet i és càlid i humit, grans eixams de reines verges i mascles surten dels nius i volen cap al cel. Durant una o dues hores l'aire s'omple de formigues alades, que es troben i copulen mentre volen. Moltes acaben aixafades contra els parabrises dels cotxes, altres moren devorades per ocells, libèl·lules i altres depredadors.



Fig.1.5. Un cop fecundada la reina perd les ales i busca un lloc per fundar la colònia.

Alguns individus simplement es perden o cauen a rius o llacs. Les poques femelles que han estat fecundades baixen a terra per buscar un lloc on fundar la colònia, però encara no estan fora de perill. A més de trobar-se esgotades, han d'evitar ser menjades per aus, gripaus, escarabats, aranyes, llangardaixos... Solament una de cada 500 femelles aconsegueix fundar una colònia.

Quan la reina baixa a terra el primer que fa és desprendre's de les ales, que ja no tenen cap funció. Moltes espècies fins i tot se les mengen per recuperar-se de l'esgotador vol i també reabsorbeixen la musculatura alar. Després la formiga ha de buscar un bon lloc per fundar la colònia. Un cop l'ha trobat fa un forat a terra i s'aïlla del món. Immediatament comença a posar ous, però solament una petita part són conservats perquè surtin larves. La majoria són devorats per la pròpia reina. Les primeres obreres que comencen a sortir són molt petites, ja que la reina no ha tingut massa aliment per donar-los. Les funcions que fan són tenir cura de les noves larves i buscar aliment per la petita colònia. A mesura que passa el temps el formiguer va creixent i la població va augmentant.

També hi ha espècies en què la reina no funda la seva pròpia colònia: de vegades la reina vella marxa amb unes quantes obreres i deixa el niu a la reina jove; en altres, com en el gènere *Formica*, la reina jove és acceptada pel seu niu inicial i, d'aquesta manera, amb els anys hi ha formiguers amb moltes reines.

Encara trobaríem casos de parasitisme en què la reina jove ocupa un niu d'una altra espècie i conviu o mata la seva reina, o les que fan esclavatge entre les obreres d'un niu aliè.



1.3. Comportament social

1.3.1. Comunicació

Les formigues es comuniquen entre elles per mitjà de substàncies químiques anomenades feromones, encara que tenen algun altre mètode de comunicació secundari basat en el so i la visió. Els senyals químics els perceben gràcies a petits receptors que tenen a les antenes. Les olors generalment porten missatges que desencadenen comportaments d'atac, fugida, seguiment d'una pista, etc.



Fig.1.6. El contacte antenar és una forma habitual de comunicació.

Per exemple, quan un individu troba aliment, deixa un rastre d'olor en tornar al formiguer i així altres formigues poden arribar fins l'aliment.

Els contactes antenars també poden ser útils per demanar aliment, fer-se seguir o donar ordres. Algunes espècies de for-

migues també utilitzen l'estridulació per comunicar-se. Aquest mètode consisteix en fregar dues parts del cos per fer sons, les vibracions dels quals les capten gràcies a sensors situats a les tíbies. Així poden comunicar-se a distància.

1.3.2. Alimentació

L'alimentació de les formigues és molt variada segons l'espècie. En general poden ser carnívores, herbívores o omnívores, i els seus aliments han de contenir els mateixos nutrients que necessitem tots els animals: glúcids, proteïnes i greixos. Per aconseguir els aliments, i depenent de l'espècie, poden ser caçadores, recol·lectores i fins i tot *agricultores* o *ramaderes*.



Fig.1.7. Les formigues cacen en equip.

Les formigues depredadores cacen, generalment en equip, altres insectes o fins i tot mamífers o rèptils petits. Si la presa no és massa gran poden portar-la al formiguer carregant-la individualment. Les preses més grosses les porten a trossos o bé arrossegant-les entre diverses



formigues, o també poden emplenar el seu pap social (cavitat especial de la boca) allà on troben l'aliment per cedir-lo després a altres individus. Aquesta donació es diu *trofal·làxia* i és un acte social molt comú que cap formiga no dubta en realitzar amb qualsevol companya necessitada.



Fig.1.8. Formiga munyint un pugó.

Les formigues recol·lectores busquen pels voltants del formiguer llavors i restes vegetals o animals que porten cap a dins.

Abans d'emmagatzemar les llavors tenen cura d'arrencar d'una mossegada la radícula, la part que les fa germinar, per tal d'evitar que creixin dins del niu. Si les llavors es mullen, les treuen fora al sol perquè s'assequin.

Algunes espècies, a més, tenen altres tècniques per aconseguir aliment, com per exemple la *ramaderia*, basada en "pasturar" els àfids i altres petits pugons similars (homòpters). Els àfids poden succionar la saba de les plantes usant els seus esmolats òrgans buccals. Les formigues sacsegen els pugons amb les seves antenes i els indueixen a segregar per l'anús una goteta de melassa. En aquesta simbiosi les formigues obtenen una deliciosa dosi de sucres i els àfids gaudeixen de la protecció contra els depredadors que els donen les formigues; fins i tot algunes els refugien als seus formiguers o guarden els seus ous a l'hivern.

Una altra tècnica és *l'agrícola*. Algunes espècies de formigues cultiven un fong a l'interior del formiguer que usen com a aliment. Recullen fragments de fullatge i els porten al formiguer, on constitueixen el medi de cultiu de determinades espècies de floridures, les quals els serveixen per alimentar-se.

També podem considerar altres exemples d'alimentació com les formigues de la mel, que emmagatzemen el menjar als cossos d'unes quantes obreres, les quals, durant els temps d'abundància, es transformen en globus inflats d'un líquid ensucrat. Aquestes obreres pen- gen del sostre del formiguer fins que la colònia requereix el seu contingut en temps



Fig.1.9. Formiga de la mel.

d'escassetat i alimenten la resta mitjançant trofal·làxies. Encara que de vegades l'estratègia d'emmagatzemar l'aliment falla perquè intervenen altres



depredadors: els aborígens australians, per exemple, són experts en trobar aquestes formigues i agafar-les. Les consideren una delícia.

1.3.3. Els formiguers

Generalment els formiguers són subterranis i estan formats per un conjunt de túnels i cambres amb petits monticles i entrades a la superfície. Però també hi ha formigues que els fan als arbres, a l'interior de troncs, o que utilitzen matèria vegetal que amunteguen a la superfície per construir-los o per protegir-los i impermeabilitzar-los com, per exemple, els del gènere *Formica*.

Però no totes les formigues són sedentàries: per exemple, les formigues legionàries d'Amèrica del sud formen nius temporals —els ocupen fins que han esgotat tot l'aliment de la zona— creant una estructura amb els seus propis cossos agafant-se les unes a les altres i deixant al mig la reina i les larves.



Fig.1.10. Estructura dels túnels i cambres d'un formiguer.

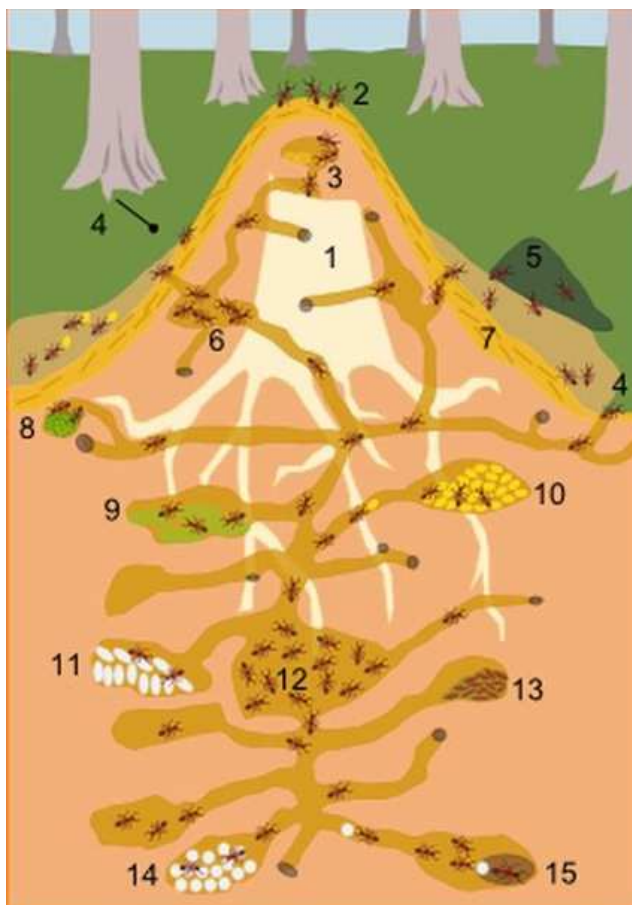


Fig.1.11. Esquema d'un formiguer de formiga roja. Podem observar que al niu hi ha diferents compartiments funcionals.

1. Soca que serveix de suport.
2. Defensa antiaèria: les defensores disparen àcid fòrmic.
3. Solàrium incubadora
4. Entrada principal
5. Abocador-cementiri
6. Sala de guàrdia amb els soldats
7. Revestiment aïllant
8. Cria de pugons
9. Rebost de carn
10. Graner
11. Guarderia
12. Sala d'hivernació on la colònia passarà els mesos de fred.
13. Compost
14. Incubadora, on els ous són emmagatzemats i seleccionats.
15. Cambra reial



El més habitual és que les formigues d'un formiguer es mostrin agressives amb les d'un altre i formin colònies simples. Però a vegades les formigues d'un formiguer es barregen amb les d'un altre i formen supercolònies que poden arribar a tenir milers de formiguers i moltíssimes reines.

1.4. Distribució i diversitat

Amb 12.000 espècies descrites, les formigues dominen els ecosistemes terrestres. Habiten en tots els continents excepte a l'Antàrtida i en algunes grans illes com Grenlàndia, Islàndia i parts de Polinèsia. Es poden trobar en gran varietat d'hàbitats: a la selva tropical, als boscos, als prats, al desert...

Totes les formigues poden semblar iguals a ull nu, però solament per la mateixa raó que és difícil distingir entre espècies diferents d'aus situades a un quilòmetre de distància. Vistes de prop i amb una lupa per augmentar-les, les 12.000 espècies conegudes de formigues són tan diferents entre elles com lleons, tigres i gats difereixen entre si. Solament en la mida la variació és espectacular. Per exemple, una colònia sencera de les formigues més petites, posem pel cas, del gènere *Brachymyrmex*, pot viure confortablement a dins de la càpsula cefàlica d'un soldat de l'espècie més gran, la formiga fustera gegant de Borneo, *Camponotus gigas*. La mida del cos de les espècies pot variar des de 0'75 mm fins a 5 cm. Per altra banda el color de les formigues també és molt variable: poden ser roges, negres, grogues, de diferents tons de marró i també bicolors.



Fig.1.12. La diferencia de mida pot ser molt gran: a l'esquerra una *Camponotus gigas* i a la dreta una *Brachymyrmex*.

Segons dades del 2007, als països catalans hi ha 185 espècies i a Catalunya, 155.

1.5. Èxit evolutiu dels insectes socials

Els insectes socials constitueixen aproximadament la meitat de la biomassa total dels insectes, però només representen el 2% de les espècies conegudes, la qual cosa és una gran desproporció. La raó d'aquest èxit segurament resideix en la seva naturalesa social.



Els més avançats, coneguts com *insectes eusocials*, formen les societats més grans i complexes i han arribat a aquesta posició gràcies a una combinació de tres trets biològics: els adults tenen cura de les cries, dos o més generacions d'adults viuen juntes en el mateix niu i els membres d'una colònia estan dividits en dues castes: reproductora i no reproductora. Aquest grup d'insectes eusocials està format per quatre grans grups familiars: les formigues, els tèrmits, algunes abelles i algunes vespes.



Fig.1.13. Colònies de vespes i de tèrmits

La vida colonial pot ser un fenomen antic segons els criteris humans, però és un desenvolupament relativament recent en l'evolució global dels insectes. Aquests van aparèixer fa uns 400 milions d'anys, però els insectes eusocials no es van fer dominants fins fa uns 60 milions d'anys.

Però tot això presenta una paradoxa: per què si la vida colonial té tants avantatges va trigar tant de temps a aparèixer? I per què no són colonials tots els insectes?

L'estratègia social és molt avantatjosa ecològicament parlant però els insectes solitaris també tenen els seus avantatges: es desplacen més ràpidament, es reproduïxen amb més facilitat (tots són capaços de reproduir-se, no depenen d'una reina) i funcionen millor amb recursos limitats i efímers. En canvi, a les colònies els costa més temps créixer, es desplacen lentament, però una vegada en moviment és molt difícil aturar-les.

Tot és qüestió d'adaptació i d'ocupació de nínxols ecològics diferents per evitar al màxim la competència amb altres espècies.



2. LA FORMIGA ROJA

El nom de formiga roja fa referència a diverses espècies del gènere *Formica*. D'elles, la *Formica lugubris* és molt comuna als boscos de coníferes dels Pirineus i els Alps i es troba també a Anglaterra, Finlàndia, Àustria i en alguns punts del Japó. És, per tant, una espècie euroasiàtica.



Fig. 2.1. Distribució de la *Formica lugubris* a Europa.

És bastant resistent al fred i es pot trobar a altituds de 1.600 m fins a 2.300 m als Pirineus catalans en boscos de pi roig, pi negre i avetoses fonamentalment. No té gaires depredadors naturals, però els seus hàbitats estan sent destruïts pel desenvolupament urbà i industrial en les zones planeres ocupades per l'home.

Té el cap i el tòrax de color marró vermellós amb l'abdomen molt fosc. La seva mida pot variar des de 5 mm fins a 10 mm. És carnívora, encara que també es pot alimentar de mel d'àfids. Sol ser molt agressiva: davant qualsevol amenaça, mossega amb les mandíbules i segrega àcid fòrmic, el qual té propietats irritants i anestesiants.

Aquestes formigues fan uns nius molt característics. Solen ser cònics, fets amb agulles de pi i branquetes, i generalment aprofitant un suport natural,



com la soca d'un arbre (veure figura 1.11.). La mida pot variar des de 10 cm fins a 1m d'alçada. El niu proporciona protecció contra els depredadors i els factors ambientals, així com un entorn estable per criar els ous i les larves. La temperatura i la humitat a l'interior és molt estable en comparació amb el sòl circumdant.

Les agulles de pi no estan distribuïdes a l'atzar; les obreres les col·loquen acuradament per fer el niu impermeable. Si s'examina de prop el formiguer, es pot veure que la forma de cúpula generalment no és simètrica: el costat sud del niu és més pla per presentar una àrea superficial major per al sol del migdia i així absorbir la màxima quantitat d'energia solar.



Fig. 2.2. Niu de *Formica lugubris* al Parc Nacional d'Aigüestortes.

Aquestes formigues també tenen altres mètodes per escalfar el formiguer, com anar obrint forats a la superfície segons l'orientació del sol o deixar-se escalfar pels raigs solars i després anar a les cambres de cria, per alliberar allí l'excés de calor.

La formiga roja juga un paper molt important en l'ecosistema del bosc. Quan s'ha retirat per pràctiques forestals, altres insectes herbívors han proliferat sense control i s'han convertit en plagues, fent malbé el bosc.



Fig. 2.3. La *F. lugubris* és agressiva i si s'agafa, mossega, encara que les seves mandíbules no tenen força suficient per travessar la pell d'un ésser humà.

Aquesta és la formiga més abundant al Parc Nacional d'Aigüestortes, on està ubicada l'àrea de la meva recerca.



3. L'ÀREA D'ESTUDI

3.1. El Parc Nacional d'Aigüestortes

El Parc està situat a la zona nord-oest de la província de Lleida, repartit entre quatre comarques: l'Alta Ribagorça, el Pallars Jussà, el Pallars Sobirà i la Vall d'Aran. Té una superfície de 14.119 hectàrees, més 26.733 de zona perifèrica, destinada a protegir-lo de l'activitat humana.

A la seva zona occidental es troba la vall glacial del riu Sant Nicolau, que desemboca a la Noguera de Tor i aquesta a la Noguera Ribagorçana. Aquesta part —on està situat el Planell del Sant Esperit— comença a l'Estany Liebreta i arriba fins al Portarró d'Espot.

El clima del Parc Nacional és d'alta muntanya. Les precipitacions solen ser superiors als 1.000 mm anuals, estan repartides durant tot l'any i a l'hivern solen ser en forma de neu. Les nevades són especialment freqüents entre els mesos de novembre i abril. La temperatura mitjana a l'hivern oscil·la entre -1 i 1°C i a l'estiu entre 11 i 13°C.

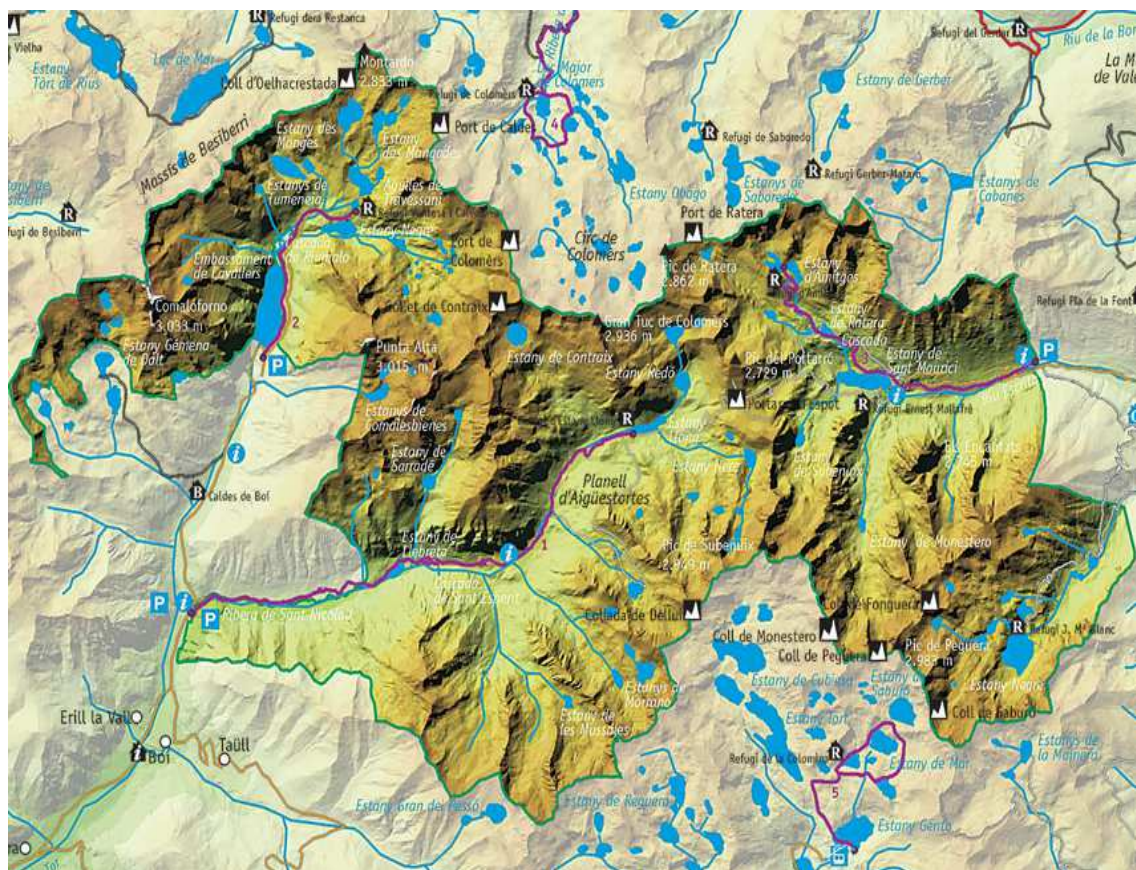


Fig. 3.1. Mapa del Parc Nacional d'Aigüestortes.

El clima del Parc es troba molt condicionat per factors com l'altitud, que va des dels 1.350 m fins als 3.033 m, i la diferent orientació de les seves valls. Això facilita l'existència d'un gran nombre de microclimes diferents, amb una major influència oceànica a les valls obertes al nord i a l'oest, i mediterrània a les orientades a l'est o al sud.



El clima i les variacions d'altitud fan que la vegetació es trobi distribuïda en tres franges o estatges. Fins als 1.500 m es troben majoritàriament boscos caducifolis de roure, freix, avellaner i faig, i també pinedes de pi roig. De 1.500 m fins una mica més de 2.000 m predominen els boscos de pi negre i avet. El sotabosc està entapissat per una gran quantitat de moltes i arbusts com el neret i les nabineres a les obagues i el ginebró i el bàlec a les solanes. Per sobre de 2.300 m els boscos són substituïts per pastures alpines amb nombroses espècies de flora d'alta muntanya. Aquest estatge es troba cobert de neu bona part de l'any.

Pel que fa a la fauna, al Parc hi ha més de 200 espècies d'invertebrats i 200 de vertebrats, de les quals dos tercers parts són aus. Alguns dels animals més representatius són l'isard, el senglar, el trençalòs, l'àguila reial, el gall fer, la marmota i fins i tot l'ós.



Fig. 3.2. Planell del Sant Esperit.

Els formiguers de *Formica lugubris* són molt abundants al Parc, i el 99% de les formigues que s'hi troben són d'aquesta espècie.

3.2. El Pla del Sant Esperit

L'àrea en què he dut a terme el treball de camp està situada al Planell del Sant Esperit, a 1.800 m d'altitud. Aquesta plana és un antic estany d'origen glacià que durant milers d'anys s'ha anat emplenant amb els sediments arrossegats per l'aigua, fins que s'ha colmatat. Aquí el riu Sant Nicolau es divideix formant multitud de rierols, meandres i petites illes.



Fig. 3.3. Les passarel·les travessen una zona boscosa.



Per facilitar el passeig als visitants, hi ha tota una zona condicionada amb ponts i passarel·les de fusta.

L'àrea de l'estudi comença al pàrquing on arriben els vehicles autoritzats i on està també la caseta d'informació del Parc, i comprèn tota la zona de la passarel·la, sense allunyar-se massa d'ella, i la zona que hi ha entre aquesta i la pista que puja a l'estany Llong. Té una superfície d'uns 60.600 m², és a dir, unes 6 ha, i està travessada pel riu i per diversos rierols.

És una zona de bosc, situada a la part obaga de la vall, i els arbres predominants són els pins negres i els avets. Al sotabosc hi ha sobretot neret, nabiu i ginebró.



4. TREBALL DE CAMP

Vaig pujar a Aigüestortes un total de 10 vegades: una a la primavera del 2012 (el 26 de maig) i nou més a l'estiu, repartides entre els mesos de juny, juliol, agost i setembre. Després de delimitar la zona, vaig localitzar els formiguers de formiga roja i els vaig situar al mapa, després vaig observar i prendre dades sobre els següents aspectes:

- Els camins que surten dels nius.
- La temperatura dels formiguers al llarg del dia.
- L'activitat de les formigues a la superfície del formiguer al llarg del dia.
- La mida de les obreres.
- El grau d'acidesa de l'àcid fòrmic.
- L'alimentació i el transport.
- La relació entre formiguers.

Material utilitzat

- GPS
- Càmera de fotos
- Quadern de camp
- Cinta mètrica
- Brúixola
- Termòmetre digital amb el sensor lligat a la punta d'una vareta d'acer de 45 cm
- Aspirador entomològic
- Pots per guardar insectes
- Peu de rei electrònic
- Paper de tornassol amb escala de colors indicadors del pH
- Retoladors de colors amb tinta permanent

4.1. Localització dels formiguers

Vaig anar per primera vegada a l'àrea delimitada a la primavera, el 26 de maig, per tal de fer un inventari i posicionar amb el GPS tots els formiguers de formiga roja. Vaig trobar-ne 30.

Vaig mesurar la seva alçada i el seu perímetre i vaig fer un waypoint amb el GPS a cada formiguer per després situar-los al mapa.



També vaig fer una petita descripció de cada un (forma, dimensions, orientació preferent...). L'inventari es troba a l'annex I. El mapa amb la ubicació dels 30 formiguers està a la pàgina següent.



Fig. 4.1. Per mesurar el perímetre vaig utilitzar una cinta mètrica de 15 m.

Observacions

- Els formiguers tendeixen a ser cònics, encara que moltes vegades són semicònics, ja que estan recolzats a un arbre, soca o arbust. Estan fets amb agulles de pi, branquetes, trossets d'escorça i líquens. A la superfície s'observen diferents forats d'entrada i sortida.



Fig. 4.2. Els materials de la superfície del niu estan disposats de manera que resulten impermeables i retenen la calor.

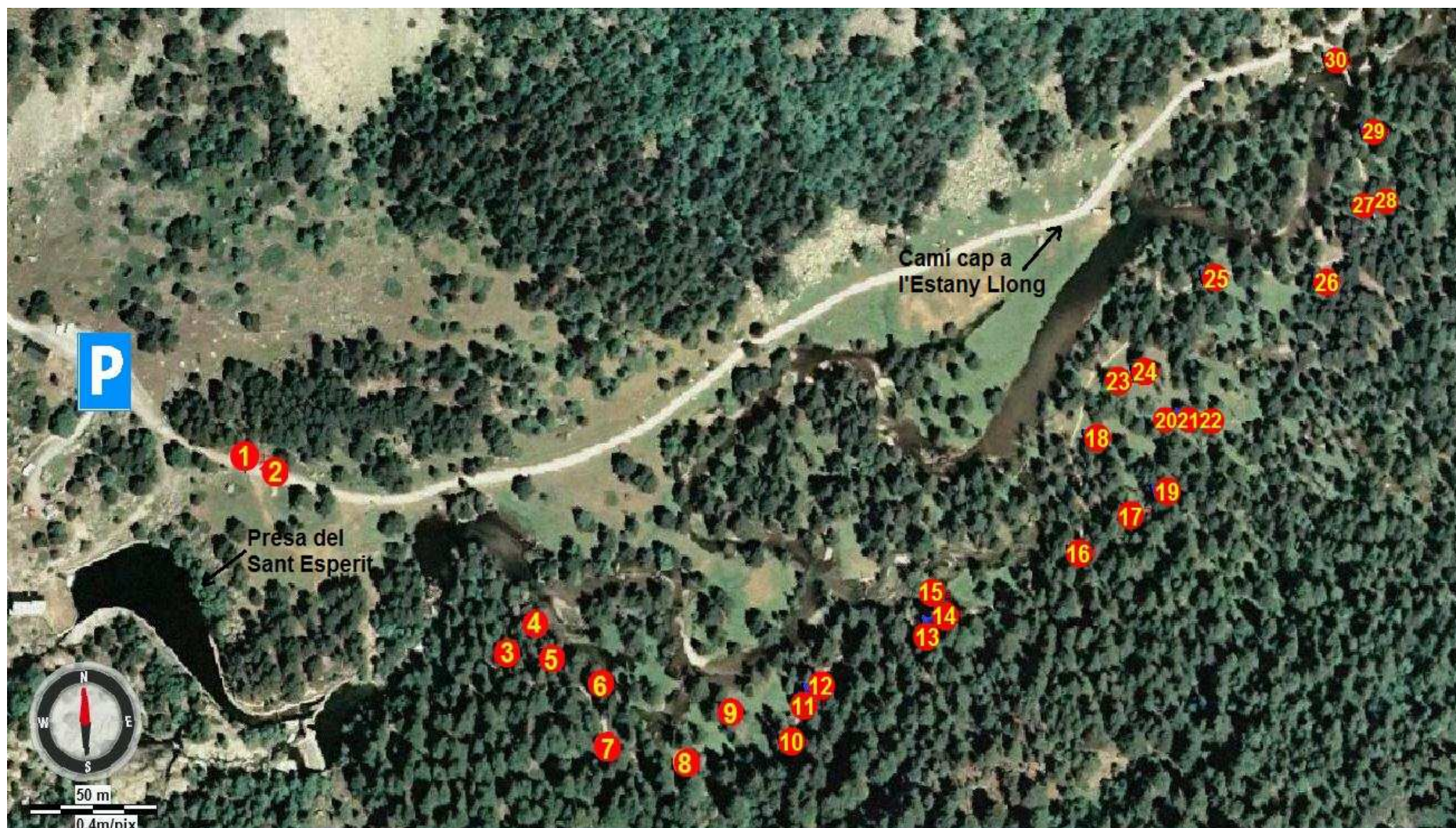


Fig. 4.3. Planell del Sant Esperit: ubicació dels 30 formiguers.



- Un 43'3 % dels formiguers són petits (fins a 3 m de perímetre); un 33'3 % són mitjans (entre 3 i 5 m de perímetre) i un 23'3 % són grans (de més de 5 m de perímetre). Això pot variar al llarg de l'estiu, ja que els formiguers tendeixen a créixer.
- En els cònics asimètrics i els semicònics, l'orientació predominant és l'est, (un 41'6 %) segueix l'orientació sud amb un 31'6 % i l'oest amb un 18'3 %. No hi ha cap formiguer orientat al nord, i n'hi ha dos amb orientació zenital (cònics).
- La gran majoria estan situats a la part sud del pla i al bosc travessat per la passarel·la, és a dir, al vessant obac, amb un tipus de distribució anomenada distribució agregada o contagiosa (la més freqüent en la natura): els nius estan més propers entre sí del que ho estarien amb una distribució aleatòria o uniforme. El vessant solà, per on transcorre el camí que puja a l'Estany Llong, és molt més pedregós i abrupte, i en ell gairebé no n'hi ha cap.
- Molts d'ells presenten activitat en superfície, en diferents graus.
- L'activitat a l'exterior sembla que comença a primers de maig i acaba a finals d'octubre (dada facilitada per un visitant habitual d'aquesta zona).

4.2. Els camins de formigues

Una vegada georeferenciats els nius, volia saber si les formigues segueixen camins preferents a l'hora d'entrar o sortir d'ells i determinar on van aquests camins.

A l'agost vaig resseguir els 30 formiguers registrats al maig buscant possibles camins que sortissin del formiguer. Cada cop que en trobava un, el seguia per veure on acabava i mesurava la llargada. També anotava l'orientació de la pista. Primer vaig començar a fer tracks amb el GPS dels camins més llargs i interessants, però vaig deixar de fer-ho, ja que el GPS no tenia tanta sensibilitat com per marcar-los correctament al mapa. Llavors vaig prendre anotacions al quadern de camp indicant l'orientació de la pista, la llargada, i on anava a parar. Després vaig dibuixar al mapa el traçat de tots els camins (veure figura 4.6.).



Fig. 4.4. Alguns camins passen per sobre de troncs caiguts.

Les dades amb les característiques de les pistes que surten de cada formiguer estan a l'annex II.



Observacions

- La cerca de camins cal fer-la en hores d'alta activitat, ja que el que es busca en realitat són formigues caminant i si no hi ha activitat és molt difícil detectar la pista. A mesura que la pista s'allunya del formiguer, hi circulen menys formigues, per això de vegades és difícil seguir el camí fins al final.

- Els camins són de longitud variable i d'una amplada d'entre 5 i 8 cm aproximadament. De vegades, si fa temps que el camí és actiu o està molt transitat, queda marcat a l'herba fent una mena de solc, i està més net de fullaraca i restes vegetals que el seu entorn. Les formigues que hi transiten van en les dues direccions bastant ràpidament i sense xocar entre si. Algunes porten materials, aliments o larves i altres no porten res.

- He trobat 35 camins clars, i encara que vaig fer una cerca exhaustiva, és possible que no els trobés tots o que no hagi sabut seguir-los fins al final, ja que, com he dit abans, com més s'allunyen del formiguer menys formigues hi circulen.

- El numero total de metres de camí és de 533 m. La longitud mitjana de les pistes és de 15,2 m, i la més llarga és de 65 m.

- Amb bastant freqüència (el 43% dels camins registrats) arriben a un arbre i pugen per ell.

- Uns quants (un 17%) uneixen el formiguer amb altres nius germans.

- Hi ha 6 formiguers, (els 3, 6, 15, 22, 27 i 28) dels quals no surt cap camí. Això

passa perquè s'ha fet la cerca en els 30 formiguers inventariats a la primavera, i aquests 6 a l'agost semblen gairebé abandonats, amb molt baixa o nul·la activitat.

- Pel que fa a l'orientació, no s'observa cap regularitat. Els camins surten cap al seu objectiu: un altre niu, un arbre... que no és necessàriament el que està més a prop.

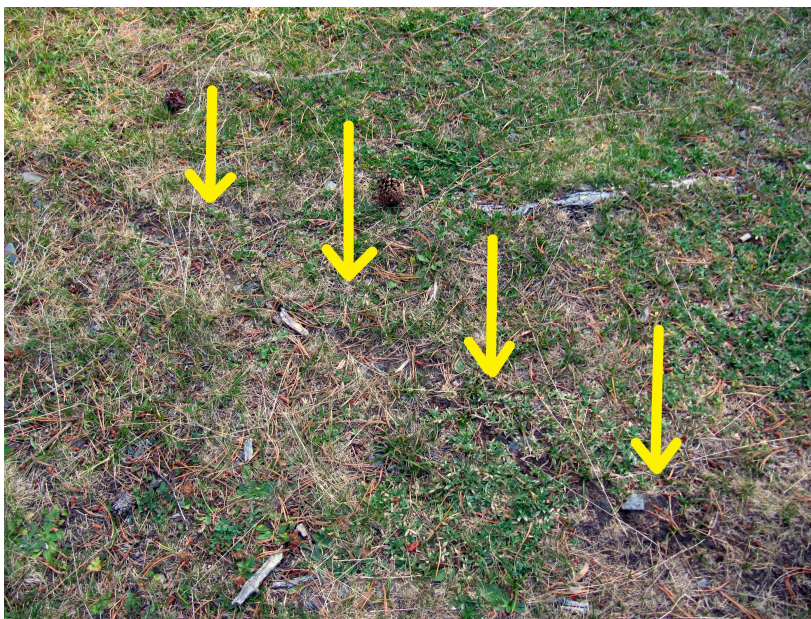


Fig. 4.5. Les fletxes grogues marquen el camí

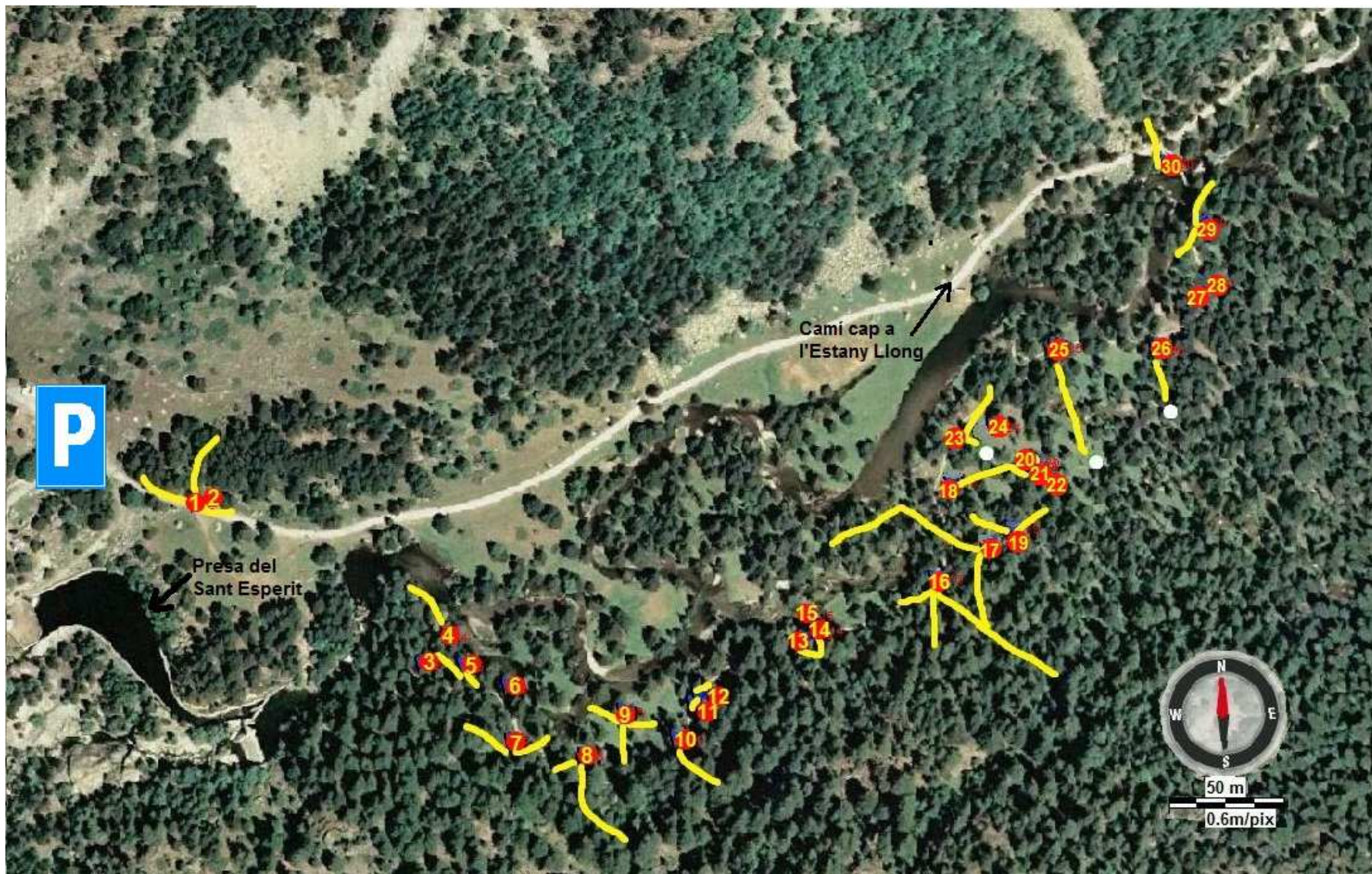


Fig. 4.6. Els camins, tal com estaven al mes d'agost. Els tres punts blancs corresponen a formiguers nous, que al maig no hi eren.



4.3. La mida de les formigues d'un mateix formiguer

L'objectiu d'aquest estudi era mesurar la longitud del cos de diferents formigues d'un mateix formiguer i veure si s'establien diferències significatives.

Vaig agafar 100 formigues dels voltants del formiguer 23, un niu de mida mitjana, amb bastant activitat i còmode accés, amb pots i amb l'aspirador entomològic. Quan vaig arribar a casa la majoria estaven mortes.

Les vaig anar mesurant amb el peu de rei electrònic. No va ser fàcil ja que en morir es queden rígides i amb el cos incurvat, per això vaig haver d'utilitzar unes agulles per mantenir-les estirades mentre les mesurava.



Fig. 4.7. S'havia d'anar amb compte de no respirar massa àcid fòrmic perquè és irritant.

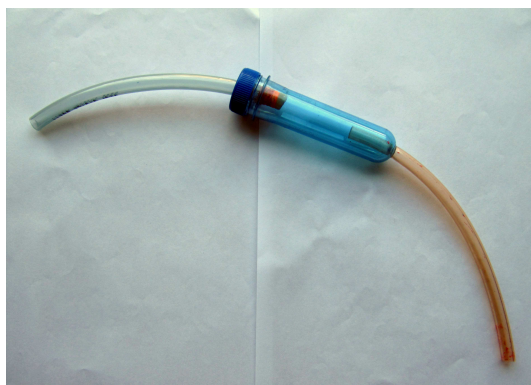


Fig. 4.8. Aspirador entomològic. El vaig fabricar a l'aula de tecnologia amb la preforma d'una ampolla d'aigua mineral i dos tubs de goma. A la part per la qual s'aspira hi vaig posar un trosset de mitja i així les formigues no poden passar a la boca.

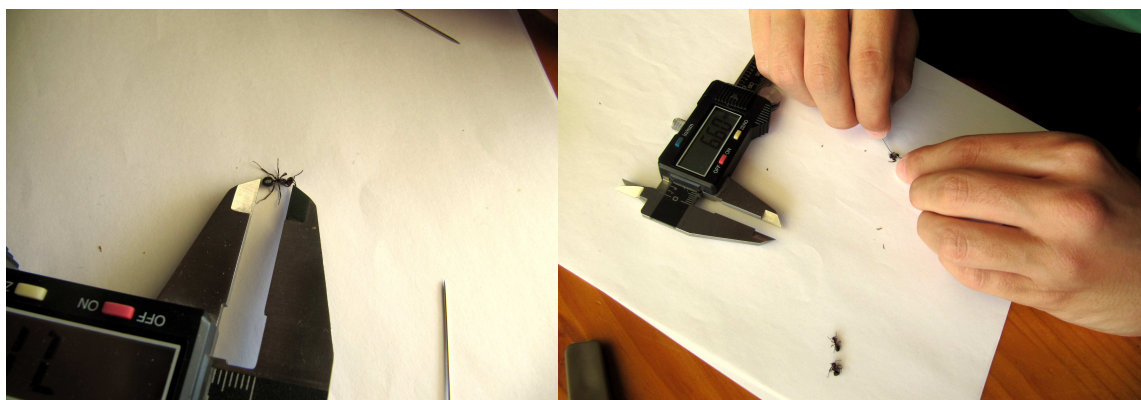


Fig. 4.9. El peu de rei electrònic és un aparell molt precís, capaç de mesurar centèsimes de mil·límetre.



Amb els resultats obtinguts vaig construir el següent gràfic:

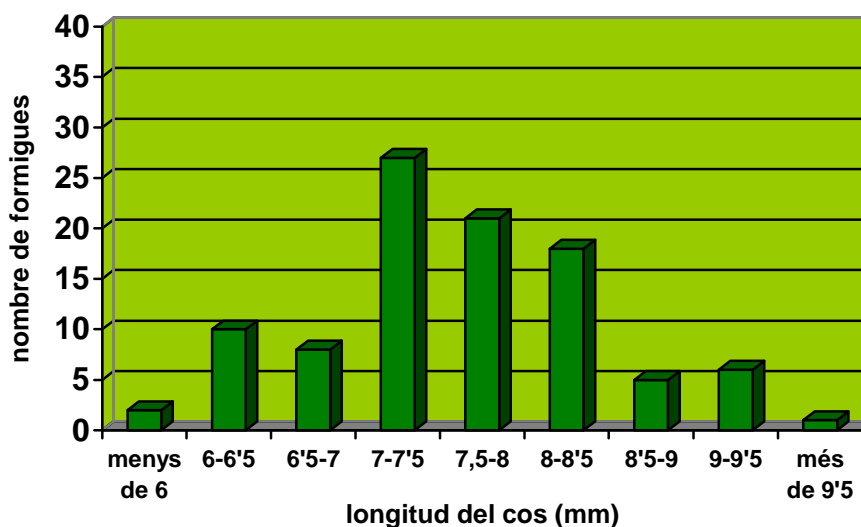


Fig. 4.10. Resultats de la mesura de 100 formigues.

Conclusions

- La longitud mitjana del cos de la *Formica lugubris* és de 7'59 mm i la desviació típica de 0'9; això vol dir que la gran majoria (aproximadament el 66%) està entre 7mm i 8'5 mm.

- Com es pot observar al gràfic, la població de formigues es podria dividir en 3 grups: el que correspon a les formigues més petites (les tres primeres columnes), el de les formigues mitjanes (les columnes 4, 5 i 6) i el de les més grans (les tres darreres columnes). Cada grup d'aquests té un màxim. Probablement això vol dir que hi ha tres tipus de formigues obreres al formiguer: petites, mitjanes i grans (veure punt 1.1.1.), i cada grup té la seva mida dominant (6-6'5 mm, 7-7'5 mm i 9-9'5 mm), que es correspon amb el màxim.

4.4. El grau d'acidesa de l'àcid fòrmic

Les formigues alliberen un àcid anomenat àcid fòrmic (HCOOH), en situacions de defensa o caça. La presència d'aquest compost és fàcil de demostrar al camp utilitzant una flor de color blau, d'herba fetgera per exemple. El color d'aquesta flor és per la presència d'uns pigments anomenats *antocians*, que viuen cap al vermell en medi àcid. Quan es deixa una d'aquestes flors damunt d'un formiguer, les formigues, curioses, es passegen per sobre deixant anar petites gotes d'àcid que fan aparèixer sobre els pètals taquetes de color vermell, tal i com es pot apreciar a la figura 4.11.



Fig. 4.11. Els pètals d'aquesta *Anemone hepatica* (herba fetgera) estan tacats de vermell a causa de l'àcid fòrmic.



Per conèixer no només la presència de l'àcid sinó també el seu pH, he utilitzat paper de tornassol. El paper de tornassol és un material tallat en tires de color groc. Quan es posa en contacte amb un compost àcid es torna vermell i quan és bàsic es torna blau. Jo ja sabia que l'àcid fòrmic era àcid, però volia esbrinar el grau d'acidesa comparant la tonalitat del color amb l'escala.

Ja havia observat que la formiga roja no dubta en llençar una bona dosi d'àcid fòrmic davant qualsevol possible amenaça. El que vaig fer va ser agafar el paper de tornassol i refregar-lo per la superfície del formiguer. Immediatament es van començar a veure taques vermelles, ja que les formigues defensores l'estaven atacant amb ferocitat. Vaig treure el paper i vaig comparar el color amb l'escala.

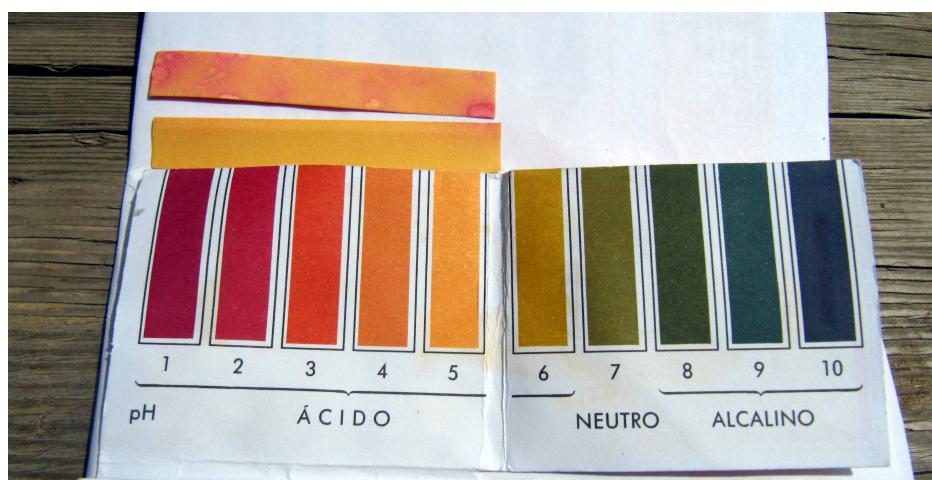


Fig. 4.12. Paper de tornassol impregnat d'àcid al costat d'un altre sense impregnar i de l'escala. Les taques vermelles corresponen a un pH de 2.

Com es pot apreciar a la imatge l'àcid fòrmic té un pH de 2. En contacte amb la nostra pell, l'àcid no fa mal, però la irrita, sobretot les mucoses. Quan utilitzo l'aspirador de formigues acabo amb la gola irritada. He observat també que l'àcid s'evapora molt ràpidament i per això he de fer la foto de seguida, al cap de pocs minuts el paper perd la coloració.

La presència de l'àcid també es fa evident en l'olor, com de vinagre, que queda a les mans després de manipular les formigues.

Conclusions

- Les formigues segreguen àcid davant de qualsevol amenaça.
- L'àcid fòrmic té un alt grau d'acidesa, amb un pH de 2. Encara que als éssers humans no ens fa mal, tret d'una lleu irritació a la pell, és un arma formidable quan les formigues volen caçar o defensar-se contra insectes, o fins i tot petits mamífers, perquè és anestesiànt.



4.5. El comportament de la formiga roja en relació amb l'aliment.

Respecte a l'alimentació, em plantejava si les formigues roges recollien qualsevol tipus d'aliment o eren selectives i també com el transportaven cap al niu. El formiguer on vaig dur a terme les observacions també va ser el numero 23. La primera observació que vaig fer consistia en pintar 10 formigues amb els retoladors permanents i deixar-les en una font d'aliment propera al formiguer per observar si anaven a avisar altres formigues, si portaven el menjar al formiguer i després tornaven a buscar-ne més, etc. Vaig pintar 10 formigues de blau i les vaig deixar a sobre d'uns trossets de xoriç, però em vaig trobar amb que les formigues l'ignoraven totalment i es dispersaven. Tampoc l'agafaven altres formigues no pintades. Els xoriç no els interessava.



Fig. 4.13. Per pintar les formigues s'han d'agafar amb molta cura però amb fermesa.



Fig. 4.14. Cal procurar no pintar les antenes de les formigues: les seves companyes no les reconeixrien i les matarien.

Llavors vaig traslladar el xoriç al mig del camí, i em vaig trobar que la majoria de formigues el continuaven ignorant, però alguna n'agafava algun tros, l'arrossegava una curta distància i l'abandonava. Més tard vaig pensar que potser no els agradava el xoriç pel seu intens olor i que les que l'agafaven, l'estaven retirant de la pista perquè l'olor no interferís en els senyals olorosos que hi ha al camí.

A continuació, vaig repetir l'experiment però amb saltamartins i en aquest cas sí que van agafar-los i portar-los al niu (veure figura 4.15.).



Fig. 4.15. Si el terreny està lliure d'obstacles, el transport és fàcil. Si hi ha vegetació, la presa es queda encallada i cada formiga estira cap a un costat diferent.

Vaig pintar 10 formigues de vermell i vaig posar tres saltamartins morts, a un metre del formiguer però fora del camí: un trossejat i dos sencers. Primer, al alliberar les formigues pintades, aquestes es van dispersar i van venir altres no pintades a emportar-se'ls. Després alguna de les pintades va venir a ajudar-les. El saltamartí trossejat el van portar per parts individualment al formiguer i van trigar 10 minuts a entrar-lo. Els altres dos animals els van portar fent transport cooperatiu i van trigar 2 hores un i 2 hores i mitja l'altre. El transport cooperatiu –que es fa entre tres, quatre i a estones fins a vuit formigues– és molt lent ja que van avançant i reculant tota l'estona per sortejar obstacles; semblava que els costés posar-se d'acord.

La tercera observació va ser posar engrunes de pa al mig de la pista a 2 metres del formiguer, per tal de cronometrar quant de temps trigaven les formigues a portar l'aliment al formiguer de manera individual. Per fer això les havia de seguir una a una.



Fig. 4.16. Les formigues poden arrossegar molles de pa més grans que el seu cos però de manera poc eficaç.

Les formigues no van agafar el pa immediatament, de fet va passar ben bé un quart d'hora fins que una formiga va agafar-ne un tros, i a partir d'allí, només de tant en tant una formiga agafava una engruna. Si el trosset de pa era petit, la formiga caminava cap endavant i arribava al niu molt de pressa, però si l'engruna era gran (de la mida del seu cos o més) havia de caminar marxa enrere per no enredar-se amb l'herba i maniobrar millor, però llavors no veia per on anava i es sortia de la pista; de vegades abandonava la feina. Vaig cronometrar 15 formigues: la que va anar més ràpid va trigar un minut i mig i la que va anar més lenta va trigar 7 minuts. La mitjana en segons que vaig calcular va ser de 101'2 segons.



Fig. 4.17. Molts insectes formen part de la dieta de les formigues. Vaig veure que transportaven al formiguer un escarabat i una abella, i la velocitat i els problemes de transport eren semblants a quan transportaven els saltamartins o el pa. També transporten llavors i restes vegetals diversos.

Conclusions

- A les formigues els agrada allò que coneixen, ja que van trigar bastant a fer cas del pa i del xoriç, però es van llançar immediatament sobre els saltamartins.
- Els camins faciliten moltíssim el transport, sobretot si estan nets d'obstacles.
- Si les formigues que transporten alguna cosa avancen de cul surten del camí i abandonen la peça transportada.
- El transport cooperatiu és molt més lent que l'individual, perquè la cooperació sembla bastant anàrquica. Malgrat això, quan una formiga abandona, immediatament una altra ocupa el seu lloc de tal manera que finalment l'objectiu s'acaba complint.
- És probable que determinades olors intenses poc habituals per a elles no els agradin.
- No vaig poder observar si les formigues marcades anaven al niu a informar de la font d'aliment, ja que al alliberar-les estaven espantades i fugien ràpidament.

4.6. La relació entre formiguers

És evident que les formigues d'un mateix formiguer es reconeixen entre si, però què passa quan una es presenta en un formiguer que no és el seu?

Per comprovar-ho vaig pintar 5 formigues del formiguer 17 i les vaig deixar al formiguer 23, que es troba a uns 50 metres d'aquest. Però al deixar-les anar van entrar corrents per una entrada de la superfície i les vaig perdre de vista. Llavors ho vaig tornar a intentar amb 10 formigues més. Les vaig distribuir en pots per anar-les deixant en grups petits. Vaig observar que la reacció d'atac de les formigues del 23 no era instantània, fins i tot van fer algun contacte antenar normal. Les invasores es devien pensar que aquell formiguer era el



seu, i al deixar-les anar el que volien era fugir de nosaltres. Però al cap d'uns instants, les defensores donaven la veu d'alarma i atacaven les invasores.

Conclusions

- Les formigues d'un formiguer són considerades intruses en un altre, sempre que aquest no sigui un formiguer germà.
- Les formigues invasores son atacades i matades per les propietàries del niu.
- El reconeixement de la formiga invasora no és instantani.



Fig. 4.18. Formigues atacant una invasora (amb l'abdomen groc).

4.7. La variació de la temperatura als formiguers durant el dia

Com ja hem dit, els materials amb què estan fets els formiguers són bastant aïllants, tant de l'aigua com de la calor. Per comprovar-ho vaig estudiar la variació de temperatura a diferents fondàries durant tot un dia, al juliol i al setembre, en 8 formiguers utilitzant un termòmetre digital amb el sensor lligat a la punta d'una vareta d'acer de 45 cm.

Vaig triar els formiguers procurant que fossin representatius i que hi hagués varietat pel que fa a l'orientació, l'entorn i la mida. Els formiguers triats van ser els números 1, 5, 9, 16, 17, 20, 23 i 25.

Per controlar els possibles canvis de temperatura al llarg del dia vaig decidir fer les mesures cada 4 hores, començant la primera a les 8 del matí i la quarta i última a les 8 de la tarda. Vaig fer unes marques a la vareta d'acer als 15, 30 i 45 cm per mesurar la temperatura a aquestes fondàries, a més de la temperatura de la superfície del niu i l'ambiental.

El procediment consisteix en introduir el termòmetre fins a la fondària desitjada i esperar que s'estabilitzi per anotar-ne la temperatura, fet que porta el seu temps, en ocasions 8 minuts per a una sola mesura! Les taules amb les dades obtingudes es troben a l'annex III.



Fig. 4.19. Vaig prendre la temperatura de cada formiguer 4 vegades durant el dia.



Tractament de dades i conclusions

Les gràfiques corresponen a les mesures de juliol i setembre, i mostren la mitjana de la temperatura dels 8 nius cada 4 hores.

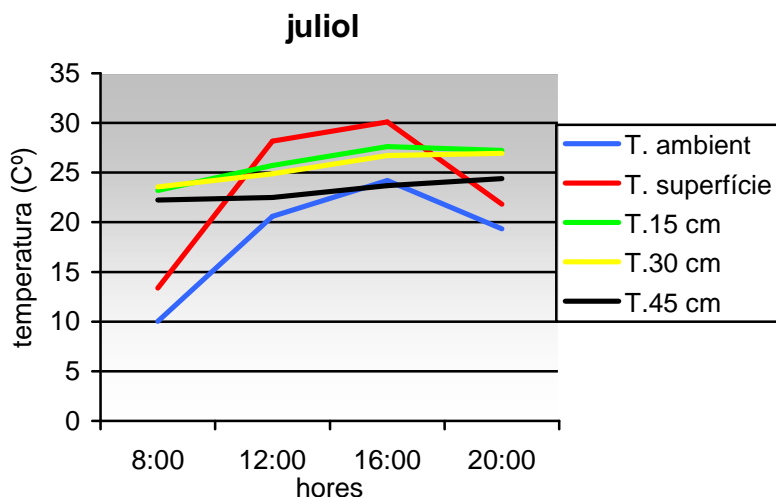


Fig. 4.20. Gràfica corresponent al mes de juliol.

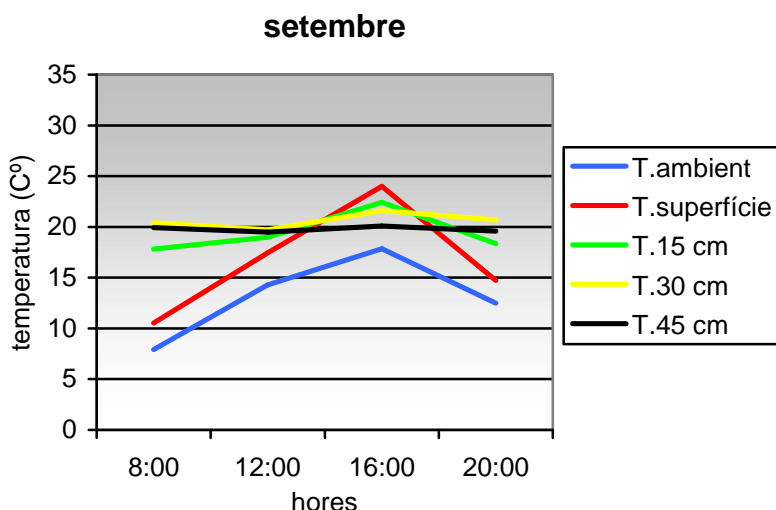


Fig. 4. 21. Gràfica corresponent al mes de setembre.

- La temperatura de l'ambient (línia blava) té una tendència molt semblant al juliol i al setembre, encara que al juliol és, lògicament, més alta i puja més ràpidament; en ambdós casos la mínima es deu assolir a la matinada, la màxima és cap a les 16:00 hores i a la tarda torna a baixar.

- La temperatura de la superfície del niu (línia vermella) és com una rèplica exagerada de la temperatura ambient, i sempre va per sobre, segurament perquè el material que constitueix el niu s'escalfa més que l'aire.

- Les temperatures de l'interior del niu també són més altes al juliol que al setembre però són molt més constants que a l'exterior i en general càlides, les variacions que experimenten durant el dia són de pocs graus, és a dir, l'oscil·lació tèrmica és molt petita, sobretot al setembre. La temperatura més constant de totes és la que hi ha a 45 cm de profunditat (línia negra).



- El fet que les temperatures de l'interior del niu siguin estables i càlides al llarg del dia, amb poca dependència de la temperatura exterior vol dir que hi ha un sistema d'aprofitament de la calor diürna, i retenció de calor a la nit.

A continuació, vaig voler esbrinar si aquest sistema de calefacció funcionava amb la mateixa eficàcia als nius grans i als nius petits, per això vaig fer-ne gràfiques separades segons la mida dels formiguers: grans, els que tenen més de 3 m de perímetre i més de 30 cm d'alçada (els números 1, 5, 9, 16, 17 i 25), i petits, els que no arriben a aquestes mides (el 20 i el 23).

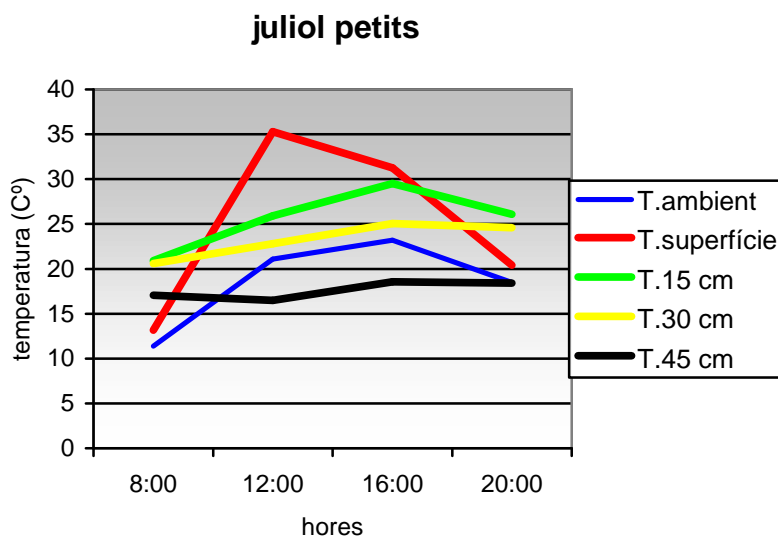


Fig. 4.22. Gràfica corresponent a les mitjanes dels dos nius petits al juliol.

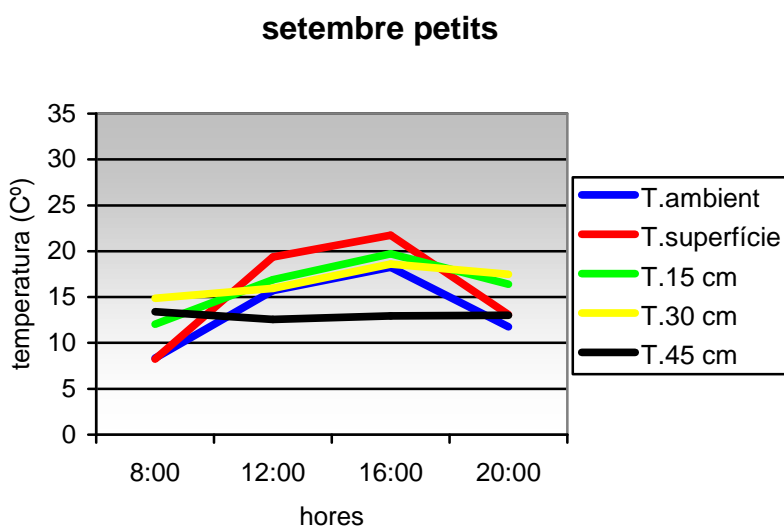


Fig. 4.23. Gràfica corresponent a les mitjanes dels dos nius petits al setembre.



juliol grans

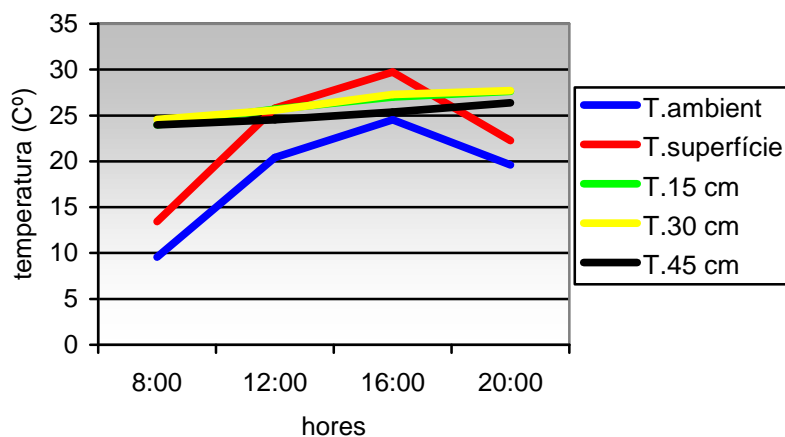


Fig. 4.24. Gràfica corresponent a les mitjanes dels sis nius grans al juliol.

setembre grans

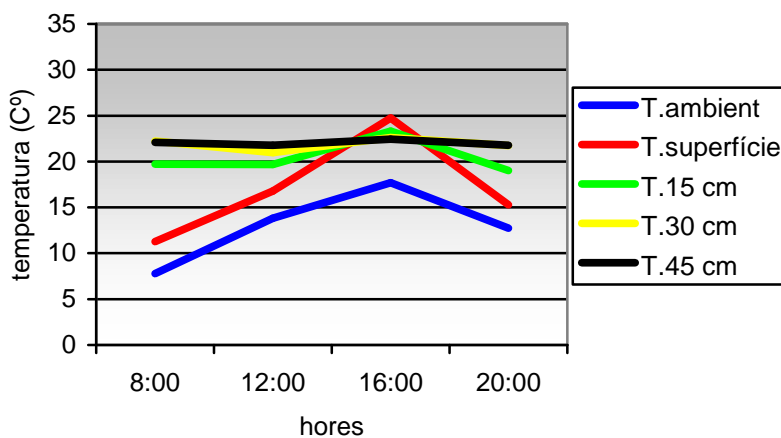


Fig. 4.25. Gràfica corresponent a les mitjanes dels sis nius grans al setembre.

- Als nius petits, a 45 cm, la temperatura és més baixa que als grans, cosa que suggereix que aquest nivell està fora del sistema de calefacció.
- Als nius grans, la temperatura interior és molt més constant que als petits, per tant, la seva capacitat d'aïllament és més gran.
- La temperatura superficial quan toca el sol de ple pot arribar a ser molt alta, de 50°C o més, el termòmetre arribava al seu límit de mesura, com s'observa a les dades obtingudes al juliol als nius 1 i 23 al migdia (veure annex III).



4.8. L'activitat a la superfície dels formiguers en relació amb la temperatura i l'hora del dia

L'objectiu principal d'aquesta observació va ser estudiar la correlació entre l'activitat superficial en el formiguer i l'hora del dia, la temperatura i la insolació directa.

Per activitat superficial s'entén el nombre de formigues que hi ha a la superfície i també la rapidesa o lentitud amb què les formigues es mouen. Havia observat que, quan es posa un objecte a sobre d'un formiguer, les formigues immediatament pugen a sobre per identificar-lo i al cap d'una estona perden l'interès, sobretot si no es tracta d'alguna cosa aprofitable o d'una amenaça.



Fig. 4.26. El formiguer 17, el 25 de juliol a les 15 hores.

Vaig aprofitar aquest comportament per fer una estimació de l'activitat.

Vaig triar dos formiguers amb diferent situació i diferent orientació: el 17 i el 23. El primer està situat al bosc i té una orientació nord-oest i el segon està en un entorn de pastura i orientat a l'est, amb més insolació directa.

Per fer una estima de l'activitat vaig dissenyar el següent experiment: es col·loca un paper de 8x8 cm a la superfície del formiguer, allà on hi hagi més formigues, tenint cura que totes les vores toquin la superfície. S'esperen 3 segons i es fa una foto. Més tard, mirant la foto a l'ordinador, es compten totes les formigues que hi ha a sobre del paper (vaig comptar també les que només tenien mig cos a sobre); d'aquesta manera s'obté un índex del nombre de formigues que hi ha a la superfície i de la seva velocitat de reacció. A més es fa una mesura de la temperatura superficial enterrant mínimament la punta del termòmetre i també s'anota si en el moment de fer la foto toca el sol al formiguer o no, i la temperatura ambiental. Aquestes dades s'han pres cada 2 hores des de la sortida fins a la posta del sol: des de les 6:30 del matí fins les 21:00 del vespre (hora local), en els dos nius.

Ho vaig fer dos vegades, el 25 de juliol i el 5 de setembre. En l'observació del juliol vaig utilitzar un sol paper per formiguer i hora, i, al tractar les dades i veure la variabilitat del nombre de formigues en el moment de fer la foto, vaig adonar-me que la mostra era massa petita. Per això, vaig decidir fer al setembre 3 fotos en intervals de 4 segons i calcular la mitjana. Com que al setembre el sol surt més tard, la presa de dades va començar a les 7:00. Les dades recollides es troben a l'annex IV i amb elles he elaborat una sèrie de gràfics.



Tractament de dades i conclusions

Les dues gràfiques següents recullen l'activitat superficial relacionant-la amb l'hora del dia.

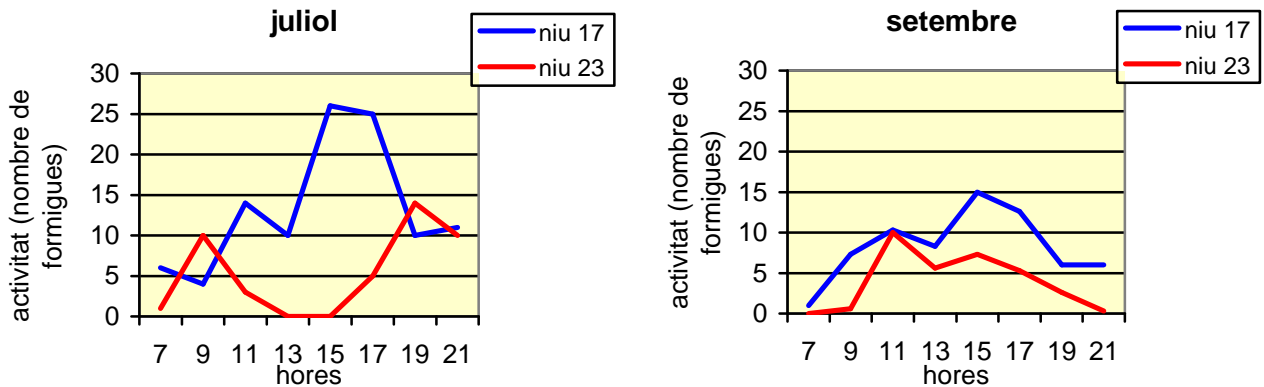


Fig. 4.27. Gràfiques corresponents a l'activitat a la superfície dels dos formiguers seleccionats (nombre de formigues als papers de 8x8 cm) des de les 7 del matí fins les 9 de la nit.

Les quatre gràfiques següents relacionen l'activitat a la superfície amb les hores del dia i les temperatures ambiental i superficial.

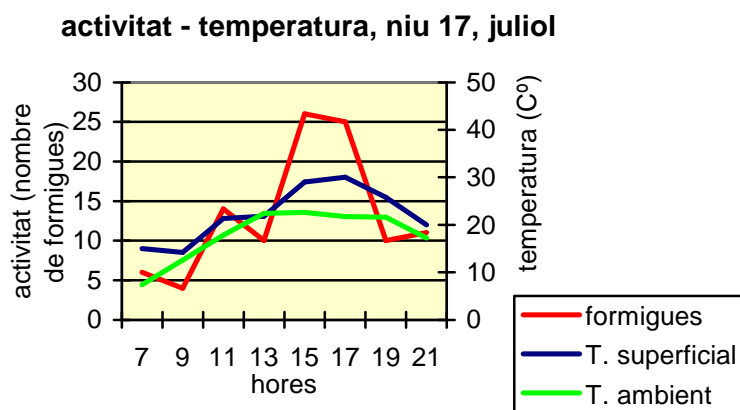


Fig. 4.28. La superfície del niu s'escalfa bastant a la tarda (arriba als 30°C) i sempre és superior a la temperatura ambiental. L'activitat, que ha decaïgut una mica a les 13:00, és màxima a aquestes hores. El formiguier 17 està al bosc i el sol no molesta les formigues.

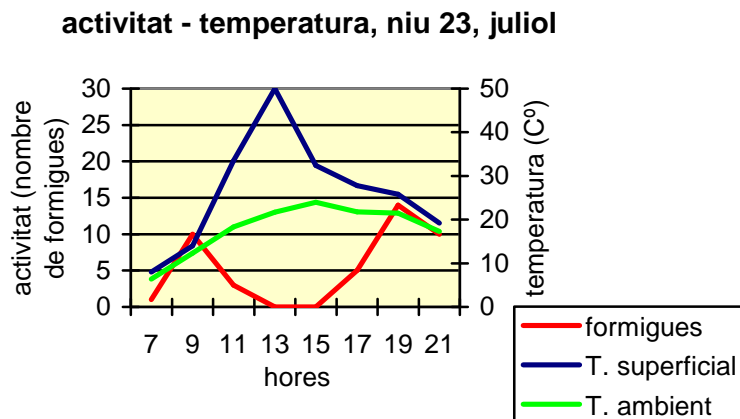


Fig. 4.29. La temperatura a la superfície puja molt al migdia (50°C o més), molt per sobre de la temperatura ambiental. Aleshores no hi ha formigues allà on toca el sol, encara que a l'ombra sí: 17 formigues a les 13:00 i 15 a les 15:00, com es veu a la taula corresponent de l'Annex IV.



activitat - temperatura, niu 17, setembre

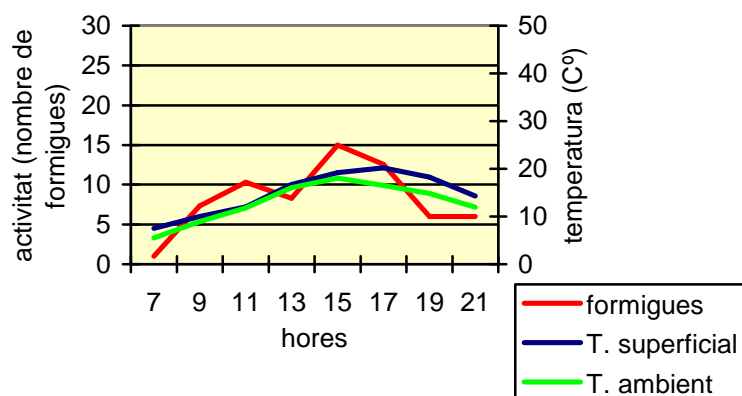


Fig. 4.30. Les temperatures són, lògicament, més baixes que al juliol. La temperatura superficial també va una mica per sobre de l'ambient. L'activitat màxima es correspon, més o menys, amb el màxim de temperatura. Hi ha, com en la gràfica 4.28., una davallada de l'activitat a les 13:00, que no es correspon amb cap canvi significatiu de temperatura.

activitat - temperatura, niu 23, setembre

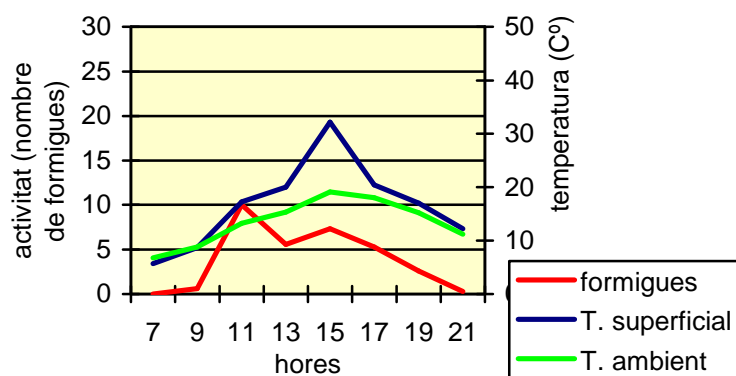


Fig. 4.31. L'activitat màxima s'assoleix a les 11:00, quan la temperatura encara no ha pujat massa. A les 13:00 disminueix. Aquest niu solà té, com al juliol, una temperatura superficial molt alta al migdia, encara que no tant com al juliol (32,2°C i no 50°C o més) això fa que hi pugui haver alguna formiga.

A partir dels resultats obtinguts, podem concloure el següent:

- Hi ha més activitat al juliol que al setembre.
- En general, s'observa que l'activitat augmenta fins al migdia solar i després va baixant al llarg de la tarda.
- Els màxims d'activitat corresponen amb els màxims de temperatura ambiental.
- Al migdia, quan el sol incideix perpendicularment sobre el formiguer, s'assoleixen temperatures superficials molt altes, properes als 50°C, i llavors l'activitat allà on toca el sol és pràcticament nul·la.
- Quan la temperatura superficial supera els 30°C, les formigues comencen a marxar.
- Amb una temperatura ambiental d'uns 10°C ja hi comença a haver activitat a la superfície del niu.
- Per tant, l'interval tèrmic en superfície que correspon a la màxima activitat sobre el formiguer és de 10 a 30°C.



- Hi ha alguna observació que no es correspon amb aquestes conclusions, com per exemple el fet que l'activitat màxima en el niu 23 al setembre s'assoleix cap a les 11 del matí, encara que la temperatura ambiental i en superfície no són gaire altes.
- Segurament s'haurien d'ampliar les observacions a més nius per tenir una mostra més gran i poder generalitzar les conclusions de manera més fiable.



5. CONCLUSIONS

A partir de les observacions fetes, he pogut extreure les següents conclusions:

- A l'àrea delimitada del Planell del Sant Esperit he estudiat un total de 30 formiguers, encara que a mesura que passava l'estiu vaig anar trobant-ne algun de nou. La gran majoria de formiguers estan a la part obaga de la vall, a dins del bosc, i estan orientats cap a l'est o el sud. Tots els formiguers estan recolzats en un tronc, un matoll o una soca.

- Pel fet que l'àrea estudiada és d'unes 6 ha, la densitat de nius és de 5 nius per ha, amb una distribució contagiosa que evita l'àrea inundable, tal com es pot observar a la figura 4.3.

- He trobat un total de 35 camins que surten dels 30 formiguers, amb una longitud mitjana de 15'2 metres. El camí més curt té 3 m i el més llarg, 65 m. Gairebé la meitat de camins registrats acaben pujant a un arbre i uns quants uneixen el formiguer amb nius germans. Moltes vegades els camins deixen un rastre visible a l'herba, com un solc lliure de vegetació i fullaraca. Els camins els resulten molt útils per transportar coses. Una formiga transportant qualsevol cosa pel mig de l'herba té moltes possibilitats de fracassar.

- La longitud mitjana del cos de la *Formica lugubris* és de 7'59 mm. Als nius, hi ha tres tipus d'obreres segons la seva mida: petites, mitjanes i grans, essent les mides dominants de 6-6,5 mm, 7-7,5 mm i 9-9,5 mm respectivament.

- Les formigues desprenen àcid fòrmic per caçar i per defensar-se, aquest àcid té un pH de 2 i fa una forta olor de vinagre.

- Les formigues prefereixen aliments coneguts, desconfien de l'aliment que no coneixen i tarden una estona en emportar-se'l. Quan la presa que han de transportar és massa gran per portar-la individualment, fan transport cooperatiu. En aquesta tasca poden intervenir fins a 8 formigues, fet que fa molt difícil coordinar els esforços; el transport cooperatiu és extremadament lent i ple d'avanços i retrocessos, encara que acaba tenint èxit. Transporten restes vegetals, llavors i invertebrats sencers o fragmentats.

- Les formigues de diferents nius, quan es troben, fan un contacte antenar i en adonar-se que no pertanyen a la mateixa colònia s'ataquen i es maten. Per tant, el contacte antenar és molt important en el seu mutu reconeixement.

- La temperatura de la superfície dels nius segueix la mateixa tendència que l'ambiental, però uns graus superior perquè el material amb què estan fets s'escalfa més ràpidament que l'aire i reté més l'escalfor. La temperatura interior dels nius és molt constant al llarg del dia i en general càlida. A 45 cm de profunditat, la temperatura del formiguer varia molt poc. Al juliol, l'oscil·lació tèrmica de la temperatura ambient va ser de 14°C i la interior a 45 cm, només de 2°C. Els formiguers tenen sistemes per captar i retenir la calor del sol.

- En general, l'activitat de les formigues a la superfície del niu puja fins al migdia i disminueix a la tarda, encara que si al migdia el sol toca molt directe,



totes les formigues se'n van cap a l'ombra. L'activitat és més gran al juliol que al setembre, probablement perquè fa més calor. És a dir, la calor afavoreix l'activitat. Quan la temperatura superficial puja de 30°C o baixa de 10°C, la activitat disminueix molt. Aquest és, doncs, l'interval de màxima activitat.



6. FONTS D'INFORMACIÓ

AIM (Asociación Ibérica de Mirmecología) Hormigas.org. *Anatomía*. [en línia]. <<http://www.hormigas.org/xPaginas/Anatomia.htm>> [Consulta: Febrer 2012].

BOET, Olga i ARNAN, Xavi. Centre de Recerca i Aplicacions Forestals (CREAF) *Les formigues roges en els boscos de pi negra*. El Portarró. Butlletí del Parc Nacional d'Aigüestortes i estany de Sant Maurici. Núm. 28. Estiu-tardor 2010.

EOL (Enciclopedia of life). *Formica lugubris*. *Hairy wood ant*. [en línia]. <<http://eol.org/pages/463474/maps>> [Consulta: Març 2012].

ESPADALER, X. *Catàleg de les formigues (hymenoptera: formicidae) dels països catalans*. [en línia]. Ses. Entom. ICHN-SCL, IX (1995): 23-42. Barcelona, 1997
<<http://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000003/00000030.pdf>> [Consulta: Abril 2012].

ESPADALER, X [et al.]. *Cuatro nuevas citas de hormigas (Hymenoptera, Formicidae) y actualización del listado para Cataluña (Península Ibérica)*. [en línia]. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, nº 40 (2007): 3013-316
<http://www.udg.edu/portals/92/Bio%20Animal/pdf/BolSEA40_313_316.pdf> [Consulta: Abril 2012].

ESPADALER, X. Hormigas. *Hormigas de la Península Ibérica*. [en línia]. <<http://bio.infodj.com/Entomologia%20F/hormigas-de/pi.htm>> [Consulta: Abril 2012].

HÖLLDOBLER, Bert i WILSON, Edward O. *Viaje a las hormigas: una historia de exploración científica*. Barcelona: Crítica, 1996

La marabunta. *Formica lugubris*. [en línia]. <<http://www.lamarabunta.org/>> [Consulta: Febrer 2012].

SLEIGH, Charlotte. *Hormiga*. Barcelona: Melusina, 2007

Trees for life. Restoring the caledonian forests. *Wood ants*. [en línia]. <<http://www.treesforlife.org.uk/tfl.woodants.html>> [Consulta: Març 2012].

Viquipèdia. *Formiga* [en línia]. <<http://ca.wikipedia.org/wiki/Formiga>> [Consulta: Febrer 2012].

WERWER, Bernard. *Las hormigas*. Barcelona: Círculo de lectores, 1997

Wikimedia commons. *Formica lugubris*. [en línia]. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Formica_lugubris_casent0127733_pofile_1.jpg> [Consulta: Febrer 2012].



7. ANNEXOS



ANNEX I: DESCRIPCIÓ DELS 30 FORMIGUERS

Formiguer: 1	Coordenades UTM: 31T 328776 / 4713311		
Perímetre: 5,5 m	Alçada: 40 cm	Orientació: sud	
Descripció: està al costat de la pista, molt a prop del pàrking. El·líptic, semicònic, recolzat en un ginebró.			

Formiguer: 2	Coordenades UTM: 31T 328778 / 4713315		
Perímetre: 4 m	Alçada: 30 cm	Orientació: sud	
Descripció: està a 1'5 m del formiguer anterior i està format per dos nuclis.			

Formiguer: 3	Coordenades UTM: 31T 328870 / 4713235		
Perímetre: 3 m	Alçada: 30 cm	Orientació: est	
Descripció: està al bosc, en una clariana, entre sol i ombra. És cònic i circular.			

Formiguer: 4	Coordenades UTM: 31T 328888 / 4713245		
Perímetre: 3 m	Alçada: 60 cm	Orientació: est	
Descripció: cònic el·líptic, recolzat en nerets una mica.			

Formiguer: 5	Coordenades UTM: 31T 328888 / 4713232		
Perímetre: 4,5 m	Alçada: 90 cm	Orientació: est	
Descripció: està a dins del bosc, recolzat en un pi i en nerets.			

Formiguer: 6	Coordenades UTM: 31T 328907 / 4713223		
Perímetre: 4 m	Alçada: 50 cm	Orientació: sud-est	
Descripció: en una clariana del bosc al costat del riu, barrejat amb neret.			

Formiguer: 7	Coordenades UTM: 31T 328908 / 4713198		
Perímetre: 4 m	Alçada: 50 cm	Orientació: zenital	
Descripció: al costat de la pasarel·la, entre neret.			

Formiguer: 8	Coordenades UTM: 31T 328937 / 4713190		
Perímetre: 5,5 m	Alçada: 70 cm	Orientació: sud-est	
Descripció: al costat d'un pi, en una clariana del bosc, a prop de la passarel·la; és el·líptic, irregular i en pendent.			

Formiguer: 9	Coordenades UTM: 31T 328957 / 4713208		
Perímetre: 5 m	Alçada: 60 cm	Orientació: oest	
Descripció: és molt bonic, cònic, al voltant d'una soca, en una petita península.			

Formiguer: 10	Coordenades UTM: 31T 328979 / 4713195		
Perímetre: 6 m	Alçada: 60 cm	Orientació: oest	
Descripció: té forma de talús, en pendent i amb neret.			

Formiguer: 11	Coordenades UTM: 31T 328987 / 4713209		
Perímetre: 4,5 m	Alçada: 50 cm	Orientació: sud- oest	
Descripció: semicònic i en talús, envoltat de neret.			



Formiguer: 12	Coordenades UTM: 31T 328990 / 4713213	
Perímetre: 6 m	Alçada: 60 cm	Orientació: doble: sud i oest
Descripció: és cònic i el·líptic, recolzat per un extrem en una soca, una mica en pendent.		

Formiguer: 13	Coordenades UTM: 31T 329037 / 4713234	
Perímetre: 2,5 m	Alçada: 40 cm	Orientació: est
Descripció: semi cònic, recolzat a un pi sec.		

Formiguer: 14	Coordenades UTM: 31T 329043 / 471323	
Perímetre: 3 m	Alçada: 30 cm	Orientació: est, sud-est
Descripció: al costat de la passarel·la, recolzat a un pi.		

Formiguer: 15	Coordenades UTM: 31T 329039 / 4713243	
Perímetre: 3 m	Alçada: 30 cm	Orientació: est
Descripció: és cònic, amb neret i al costat d'un pi.		

Formiguer: 16	Coordenades UTM: 31T 329096 / 4713255	
Perímetre: 6 m	Alçada: 1 m	Orientació: oest, sud-oest
Descripció: és el més gran fins ara, és cònic, està dins del bosc, entre avets, abraçant un avet petit. En un perímetre de 5 o 6 metres, el terra està absolutament ple de formigues amb molta activitat.		

Formiguer: 17	Coordenades UTM: 31T 329119 / 4713297	
Perímetre: 6 m	Alçada: 70 cm	Orientació: nord- oest
Descripció: cònic, el·líptic, amb neret.		

Formiguer: 18	Coordenades UTM: 31T 329106 / 4713297	
Perímetre: 4 m	Alçada: 30 cm	Orientació: sud-oest
Descripció: semicònic en pendent, en un prat recolzat a un pi.		

Formiguer: 19	Coordenades UTM: 31T 329131 / 4713274	
Perímetre: 4 m	Alçada: 70 cm	Orientació: sud
Descripció: cònic, bonic, amb neret.		

Formiguer: 20	Coordenades UTM: 31T 329142 / 4713304	
Perímetre: 3 m	Alçada: 20 cm	Orientació: sud
Descripció: bastant pla, una mica en pendent, al costat d'un pi sec.		

Formiguer: 21	Coordenades UTM: 31T 329141 / 4713302	
Perímetre: 1,5 m	Alçada: 20 cm	Orientació: sud, sud-est
Descripció: petit, cònic, al sol. Està a 3 m de l'anterior.		

Formiguer: 22	Coordenades UTM: 31T 329141 / 4713302	
Perímetre: 2,5 m	Alçada: 25 cm	Orientació: oest
Descripció: petit, bastant pla, al costat d'un pi, al sol. A 3 m de l'anterior.		



Formiguer: 23	Coordenades UTM: 31T 329120 / 4713319	
Perímetre: 3 m	Alçada: 30 cm	Orientació: est
Descripció: bastant pla, una mica en pendent, recolzat a un pi sec. Cap a l'est, surt una pista evident.		

Formiguer: 24	Coordenades UTM: 31T 329125 / 4713319	
Perímetre: 5 m	Alçada: 50 cm	Orientació: doble: est i oest
Descripció: bastant cònic, entrellaçat amb un pi.		

Formiguer: 25	Coordenades UTM: 31T 329155 / 4713352	
Perímetre: 5 m	Alçada: 70 cm	Orientació: cenital
Descripció: cònic, recolzat en dues soques i neret.		

Formiguer: 26	Coordenades UTM: 31T 329155 / 4713352	
Perímetre: 2 m	Alçada: 30 cm	Orientació: sud-est
Descripció: en pendent, recolzat uns quants pins, secs i vius.		

Formiguer: 27	Coordenades UTM: 31T 329221 / 4713374	
Perímetre: 2 m	Alçada: 30 cm	Orientació: est
Descripció: petit, en mig de neret.		

Formiguer: 28	Coordenades UTM: 31T 329223 / 4713376	
Perímetre: 1,5 m	Alçada: 20 cm	Orientació: est
Descripció: petit, cònic, al costat d'una soca i ginebró.		

Formiguer: 29	Coordenades UTM: 31T 329222 / 4713402	
Perímetre: 4,5 m	Alçada: 50 cm	Orientació: est, sud-est
Descripció: semicònica en pendent, recolzat en dos pins.		

Formiguer: 30	Coordenades UTM: 31T 329209 / 4713428	
Perímetre: 2 m	Alçada: 20 cm	Orientació: sud
Descripció: petit, a sota de una roca, al costat de la pista.		



ANNEX II: DESCRIPCIÓ DE CAMINS

Formiguers 1 i 2

Track 1: W, 21m, segueix la pista per la vorera, puja a un arbre.

Track 2: N-NE, 29 m, puja pel vessant fins un nou nucli, després es perd.

Track 3: E, 18 m, puja a un arbre, va paral·lel a la pista.

Formiguer 3

Sembla abandonat, no hi ha camins.

Formiguer 4

Track 4 : NW, 17m, acaba pujant a un arbre.

Hi ha formigues al voltant de tot el formiguer que fan petits camins en totes direccions.

Formiguer 5

Track 5: NW, 15 m, va fins a una soca al mig del bosc, que podria convertir-se en un altre formiguer, encara que de moment no ho sembla. Els camins són difícils de seguir pel bosc.

Hi ha un altre camí de 5 m en direcció oposada (SE) que puja a un arbre.

Formiguer 6

Sense camins visibles, els arbusts dificulten molt la recerca, però no es veuen formigues fora del formiguer.

Formiguer 7

Track 6: E, 13 m, passa per sota de la passarel·la i puja a un arbre que està al costat del riu.

Un altre de 10 m en direcció NW.

Formiguer 8

Track 7: S-SE, 33 m, creua la passarel·la, molt marcat, puja pel vessant i porta a un tronc de pi caigut que té la superfície plena de formigues, pot ser que el formiguer estigui a l'interior, encara que no he aconseguit veure'l.

Un altre de 5 m, direcció W, que es perd.

Formiguer 9

Un de 7 m cap al W, que puja per un arbre.

Un altre de 11 m direcció S, que també puja a un arbre.

Un de 15 m direcció E, que va fins a una soca.



Formiguer 10

Un de 10 m direcció SE, travessa la passarel·la passa per una zona ombrívola i mullada, hi ha poca activitat.

Formiguer 11

Camí de 5 m, direcció NE, que uneix el 11 i el 12.

Formiguer 12

Camí de 5 m, direcció SW, que uneix el 11 i el 12 .

Camí de 3 m, direcció NE, que puja a un arbre.

Formiguer 13

Camí de 10 m que dona la volta a un meandre del riu surt, surt en direcció S i després gira a W i s'uneix al formiguer 14.

Formiguer 14

Camí de 10 m que arriba fins al formiguer 13. Direcció E i després N.

Formiguer 15

Sembla abandonat, no hi ha activitat ni camins.

Formiguer 16

Camí molt multitudinari, té 50 cm d'ample i es va estretint fins a 10 cm. Puja pel vessant molt abrupte i amb un desnivell marcat, condueix a un formiguer abandonat. Fa 20 m de llarg i va en direcció S.

Als voltants del niu 16 hi ha moltíssima activitat. Tot el terra està ple de formigues a uns quants metres a la rodona.

Track 8: SE, 53 m, puja vessant amunt pel bosc i es va bifurcant i tornant a unir. Perd força a mesura que s'allunya. Acaba difuminant-se i perdent-se.

Un altre camí en direcció SW de 10 m que acaba pujant a dos arbres. Creua la passarel·la i és molt multitudinari.

Formiguer 17

Track 9: W, 65 m, és un camí molt marcat. Creua la passarel·la cap a l'esquerra i travessa primer un riuet i després un riu gran per un arbre caigut.

Camí en direcció S que s'ajunta amb el camí que surt del 16.

Formiguer 18

Camí direcció E i després SE, va al formiguer 20, bastant transitat, 33 m.



Formiguer 19

Camí que surt en direcció W i després N, acaba pujant a un arbre, 18 m.

Un altre en direcció NE de 16 m, també acaba en un arbre.

Formiguers 20, 21, 22

Estan en línia recta units per camins poc transitats de 3m i 4m en direcció N.

Formiguer 23

Camí de 4 m, molt marcat, que passa per sota de la passarel·la en direcció E i arriba a un formiguer nou (al maig no hi era).

Camí direcció NE i després N, segueix la passarel·la i es perd a l'arribar a una soca.

Formiguer 24

Camí en direcció W que s'ajunta amb el camí que va per sota de la passarel·la del formiguer 23.

Formiguer 25

Track 10: S, 35 m, bastant marcat en l'herba, molt transitat, de 7 cm d'ample. Passa per sota de la passarel·la fins a una soca que podria ser un formiguer en formació i segueix fins a un formiguer nou.

Formiguer 26

Camí direcció S de 9 m que va a un formiguer nou.

Formiguers 27 i 28

Activitat baixa, sense camins visibles.

Formiguer 29

Camí transitat de 14 m, en direcció NE, que puja a un arbre.

Camí transitat de 4 m, en direcció SW, que puja a un arbre.

Formiguer 30

Camí direcció N, poc definit, 5 m fins a un arbre.



ANNEX III: TAULES DE TEMPERATURES

Temperatures juliol (°C)

Hora:8

Núm. de niu	Hora	T. ambient	T. superf.	T. 15 cm	T. 30 cm	T. 45 cm
1	7:40	7'6	13'6	25'3	26'8	26'5
5	8:02	8	11'7	23'9	23'6	21'1
9	8:20	8'5	10'4	21'4	22'7	23'3
16	8:35	8,8	16'1	23'6	23'6	22'2
17	9:15	12'6	14'2	24'1	24'7	24'7
20	8:50	10'5	12'3	21'3	20'9	17'1
23	9:05	12'3	14	20'5	20'3	17
25	9:25	11'8	14'6	25'6	25'9	25'9

Hora:12

Núm. de niu	Hora	T. ambient	T. superf.	T. 15 cm	T. 30 cm	T. 45 cm
1	11:35	20'5	40'5	31'6	30'1	26'3
5	11:51	20'4	31'5	28'2	27'0	25'6
9	12:06	19'8	21'3	22'8	22'8	22'8
16	12:16	19'6	19	22'8	23'8	24'6
17	13:20	22'4	21	24'1	24'5	23
20	12:24	20'5	20'6	19'6	18'7	15'8
23	12:50	21'7	50 max	32'2	26'9	17'2
25	12:35	19'7	21'4	24'5	25'2	24'8

Hora:16

Núm. de niu	Hora	T. ambient	T. superf.	T. 15 cm	T. 30 cm	T. 45 cm
1	15:32	30'1	32'9	31'8	30	25
5	15:50	24'6	26'6	29'3	28'7	27'2
9	16:05	24'2	32'3	28'5	25'8	25'6
16	16:17	24'6	30'1	19'2	28'7	27'7
17	17:17	21'7	30	26'3	23'6	21'8
20	16:30	24'6	34'7	30'1	22'4	15'8
23	17:00	21'8	27'8	28'9	27'7	21'3
25	16:50	22	26'5	26'9	26'9	25

Hora: 20

Núm. de niu	Hora	T. ambient	T. superf.	T. 15 cm	T. 30 cm	T. 45 cm
1	19:32	21'9	25'2	28'2	29'6	28'7
5	19:45	20'6	22'6	27'8	27'8	25'3
9	20:00	19'8	23'9	27'7	25'8	23'3
16	20'15	20'1	21'2	27'6	28	27'1
17	21:15	17'3	20'1	26'6	27	25'8
20	20:30	19'2	21'5	26'2	23'3	16'1
23	20:55	17'8	19'3	26	25'9	20'7
25	20:45	18	20'7	27'8	28'1	28'1



Temperatures setembre (°C)

Hora: 8

Núm. de niu	Hora	T. ambient	T. superf.	T. 15 cm	T. 30 cm	T. 45 cm
1	7:50	7'1	9'2	17'2	20'3	18'4
5	8:05	7'2	8'2	14'1	16'3	16'4
9	8:20	8	10'4	15'2	18'4	18
16	8:31	7'7	18'5	25'2	26'4	27'3
17	9:09	8'9	10	21'5	25	25'4
20	8:41	7'8	7'8	9	10'5	11'1
23	9:00	8'8	8'7	15'1	19'2	15'7
25	8:50	7'7	11'4	25'1	27	27'1

Hora:12

Núm. de niu	Hora	T. ambient	T. superf.	T. 15 cm	T. 30 cm	T. 45 cm
1	11:37	13'7	17'2	16	15	16'1
5	11:47	12'2	13	13'4	15	16'3
9	11:56	12'6	14'4	17'4	19'3	19'7
16	12:07	14	20	25'5	26'6	27'5
17	13:02	16	16'7	21	22'9	24'2
20	12:18	16'1	18'7	12	11'9	11'4
23	12:50	15'3	20	21'8	20	13'7
25	12:28	14'4	19'5	24'8	27	26'9

Hora:16

Núm. de niu	Hora	T. ambient	T. superf.	T. 15 cm	T. 30 cm	T. 45 cm
1	15:48	19'6	27'8	23'1	18'5	15'7
5	16:00	16'6	16'4	16'6	17'6	18
9	16:06	19	30'5	24'4	21'7	22
16	16:26	17'5	28'8	26'8	27'1	27'9
17	17: 08	16'5	20'2	22'4	23'8	24'1
20	16:40	18'5	23'1	15'8	13'1	11'2
23	17:00	18	20'4	23'6	24'1	14'7
25	16:50	17	24'7	26'6	27	27

Hora: 20

Núm. de niu	Hora	T. ambient	T. superf.	T. 15 cm	T. 30 cm	T. 45 cm
1	19:40	14'1	15	15'8	15'2	14'8
5	19:48	13'1	13'6	13'7	15'4	15'7
9	19:55	13'3	17'1	21'9	21'7	21
16	20:08	12'9	17'2	17'2	28'8	29'3
17	21:00	11'9	14'3	21'7	23'3	24
20	20:30	12'3	14	14'3	13	11'6
23	20:45	11'2	12'2	18'5	22	14'4
25	20:30	11	14'5	23'8	26'1	25'9



ANNEX IV: TAULES D'ACTIVITAT EN SUPERFÍCIE

25-07-2012 Activitat en superfície juliol Nius 17 i 23

A les taules s'indica el número del formiguer, l'hora de la mesura (hora local), si tocava el sol o no a la superfície del niu, la temperatura ambient, la temperatura a la superfície del formiguer (°C), i el recompte de formigues en el paper de 8x8 cm. El símbol + després d'una hora vol dir que passen uns quants minuts de l'hora indicada.

Hora: 6+

17	Hora: 6'20	Ombra	T. amb: 7'2	T. sup: 15	Núm form: 7
23	Hora: 6'30	Ombra	T. amb: 7'2	T. sup: 8	Núm form: 2

Observacions: a les 6:30 encara és fosc. A la superfície del niu es detecta molt poca activitat però hi ha algunes formigues. Potser la nostra presència les va alterar una mica.

Hora: 7

17	Hora: 6:50	Ombra	T. amb: 7'4	T. sup: 15	Núm form: 6
23	Hora: 7:05	Ombra	T. amb: 6'4	T. sup: 8	Núm form: 1

Observacions: encara no ha sortit el sol però hi ha llum.

Hora: 9+

17	Hora: 9:15	Ombra	T. amb: 12'6	T. sup: 14'2	Núm form: 4
23	Hora: 9:05	Sol	T. amb: 12'3	T. sup: 14	Núm form: 10

Observacions: ja ha sortit el sol.

Hora: 11

17	Hora: 10:54	Sol	T. amb: 17'8	T. sup: 21'3	Núm form: 14
23	Hora: 11:01	Sol	T. amb: 18'3	T. sup: 33'5	Núm form: 3

Hora: 13+

17	Hora: 13:20	Ombra	T. amb: 22'4	T. sup: 21'8	Núm form: 10
23	Hora: 12:50	Sol	T. amb: 21'7	T. sup: 50 màx	Núm form: 0/17

Observacions: les formigues marxen dels llocs on el sol incideix perpendicularment. La temperatura superficial arriba a 50 graus, que és el màxim del nostre termòmetre. On el sol toca obliquament i també on hi ha ombra, hi ha activitat.

**Hora: 15**

17	Hora: 15:08	Ombra	T. amb: 22'6	T. sup: 29	Núm form: 26
23	Hora: 14:58	Sol	T. amb: 24	T. sup: 32'4	Núm form: 0/15

Observacions: augmenten molt els núvols, que tapen el sol a intervals.

Hora: 17+

17	Hora: 17:17	Sol/Om	T. amb: 21'7	T. sup: 30	Núm form: 25
23	Hora: 17:00	Sol	T. amb: 21'8	T. sup: 27'8	Núm form: 5

Hora: 19

17	Hora: 18:58	Ombra	T. amb: 21'6	T. sup: 25'8	Núm form: 10
23	Hora: 18:53	Ombra	T. amb: 21'5	T. sup: 25'8	Núm form: 14

Hora: 21+

17	Hora: 21:24	Ombra	T. amb: 17'2	T. sup: 20	Núm form: 11
23	Hora: 21:12	Ombra	T. amb: 17'3	T. sup: 19'2	Núm form: 10

Observacions: encara que hi ha activitat superficial, sembla que les formigues es mouen més lentament.

05-09-2012 Activitat en superfície setembre Nius 17 i 23

A les observacions del setembre, el nombre de formigues correspon a la mitjana de les 3 observacions.

Hora: 7

17	Hora: 6:55	Ombra	T. amb: 5'5	T. sup: 7'5	Núm form: 1
23	Hora: 7:05	Ombra	T. amb: 6'8	T. sup: 5'7	Núm form: 0

Observacions: encara no ha sortit el sol.

Hora: 9+

17	Hora: 09:09	Ombra	T. amb: 8'9	T. sup: 10	Núm form: 7'3
23	Hora: 09:00	Ombra	T. amb: 8'8	T. sup: 8'7	Núm form: 0'6

Observacions: el sol ja ha sortit.

Hora: 11

17	Hora: 10:55	Ombra	T. amb: 11'8	T. sup: 12	Núm form: 10'3
23	Hora: 11:05	Ombra	T. amb: 13'2	T. sup: 17'2	Núm form: 10



Observacions: comencen a aparèixer núvols al cel.

Hora: 13+

17	Hora: 13:02	Ombra	T. amb: 16	T. sup: 16'7	Núm form: 8'3
23	Hora: 12:50	Ombra	T. amb: 15'3	T. sup: 20	Núm form: 5'6

Observacions: el cel està bastant ennuvolat, no es dona la polarització sol-ombra.

Hora: 15

17	Hora: 14:56	Sol i ombra	T. amb: 18	T. sup: 19'2	Núm form: 15
23	Hora: 15:08	Sol	T. amb: 19'1	T. sup: 32'2	Núm form: 7'3

Hora: 17+

17	Hora: 17:08	Ombra	T. amb: 16'5	T. sup: 20'2	Núm form: 12'6
23	Hora: 17:00	Ombra	T. amb: 18	T. sup: 20'4	Núm form: 5'3

Observacions: hi ha menys núvols que al migdia.

Hora: 19

17	Hora: 18:55	Ombra	T. ext:14'8	T. sup: 18'2	Núm form: 6
23	Hora: 19:07	Ombra	T. ext:15'2	T. sup: 17	Núm form: 2'6

Hora: 21

17	Hora: 21:00	Ombra	T. amb: 11'9	T. sup: 14'3	Núm form: 6
23	Hora: 20:45	Ombra	T. amb: 11'2	T. sup: 12'2	Núm form: 0'3

Observacions: Ja es comença a fer fosc, encara hi ha alguna formiga a la superfície.