

Estudi de la diversitat d'aranyes a les Deveses de Salt

Adrià Bellvert Bantí

Grau en Ciències Ambientals

Correu electrònic: theadriBiB@hotmail.com

Tutor: Núria Roura Pascual

Empresa / institució: Universitat de Girona

Vistiplau tutor:

Nom del tutor: Núria Roura Pascual

Empresa / institució: Universitat de Girona

Correu electrònic: nuria.rourapascual@udg.edu

Resum

L'ordre de les aranyes (Araneae) ha rebut poca atenció i es desconeixen molts aspectes de la seva ecologia i distribució. En els treballs realitzats fins el 2012 on s'estudiava les variacions de la comunitat al llarg de tot un any, les captures s'efectuaven mitjançant mètodes de caiguda o "pitfall". Aquests mètodes són bons per capturar espècies epigees i es considera que aporten una bona imatge de les comunitats que habiten en una zona, però no ens donen una representació de les espècies arbòries. El 2012 es va realitzar el primer estudi sobre les comunitats d'aranyes presents a les capçades dels arbres realitzant un mostreig anual. Davant l'escassetat d'aquest tipus d'estudis, es va decidir estudiar l'evolució anual de la comunitat d'aranyes del parc de les Deveses de Salt mitjançant la tècnica del paraigües japonès, el qual permet capturar els individus de les copes dels arbres d'una forma selectiva i sense malmetre les espècies vegetals. És la primera vegada que es realitza un estudi d'aquestes característiques a la Península Ibèrica. Els resultats dels índexs de Shannon-Wiener i de Pielou mostren que en la localització escollida existeix una saludable comunitat d'aranyes. S'han capturat uns 1300 individus que pertanyien a un total de 15 famílies i 64 gèneres. Dues de les espècies trobades representen una primera cita per Espanya i una d'elles per la Península Ibèrica. També s'ha pogut constatar que els mostreigs en un moment puntual de l'any poden provocar una pèrdua d'informació de la comunitat. S'ha vist que en alguns moments de l'any i depenent de la vegetació dominant de la zona que s'estudiï, les temperatures poden afectar més directament a la comunitat d'aranyes del que es creia fins ara. Els anàlisis de correspondència demostren que en algunes espècies s'observa una tendència a aparèixer en certes èpoques de l'any, tot i que amb anterioritat a les descrites fins ara, efectuades a punts més al nord d'Europa. En general, aquest estudi posa de manifest la falta d'informació que encara manca per comprendre millor aquest ordre que es troba al cap d'amunt de les piràmides tròfiques del món dels invertebrats.

Abstract

The spider's order (Araneae) has received little attention and many aspects of their ecology and distribution remain unknown. In the work that studied the changes in the community throughout the year made until 2012, the "Pitfall" catch method was used to obtain the samples. These methods are good for capturing epigeal species and is considered to provide a good picture of the communities that live in an area, but do not give us a representation of tree species. 2012 was the year for the first study of spider communities present in the treetops making an annual sampling. Given the scarcity of such studies, there was a decision to study the evolution of the spider's annual community in the "Deveses de Salt" park by the technique of Japanese umbrella, which allows to capture the treetop's individuals selectively without damaging plant species. It is the first time that a study of this kind was performed in the peninsula. The results from the Shannon-Wiener and Pielou indices showed that the chosen location has a healthy community of spiders. More than 1300 individuals have been captured belonging to 15 families and a total of 64 genera. Two of the species found are a first appointment for Spain and one of them for the Iberian Peninsula. It has also been noted that the fact of making a sample at a specific point of the year can cause a loss of community

information. It's been stated that at certain times of the year, depending on the study area, temperatures can affect the spider community more, and more directly than previously thought. With the correspondent analysis conducted it can be observed that some species have a tendency to appear at certain times of the year, although earlier than described so far, conducted in the most northern Europe. This study has revealed the lack of information that we still experience in order to reach a better understanding of this order.

Resumen

El orden de las arañas (Araneae) a recibido poca atención y se desconocen muchos aspectos de su ecología i distribución. En los trabajos realizados en los cuales se estudiaba las variaciones de la comunidad al largo de todo un año efectuados hasta el 2012, se realizaban las capturas por el método de caída o "Pitfall". Estos métodos son unos buenos indicadores para capturar las especies epigeas y se considera que aportan una buena imagen de las comunidades que habitan en una zona, pero no nos dan una representación de las especies arbóreas. En el 2012 se realizó el primer estudio sobre las comunidades de arañas presentes en las copas de los arboles realizando un muestreo anual. Delante de la escasez de este tipo de estudios, se decidió estudiar la evolución anual de la comunidad de arañas presente en el parque de las Deveses de Salt mediante la técnica del paraguas japonés, el cual permite capturar los individuos de las copas de los árboles de una forma selectiva sin perjudicar las especies vegetales. Es la primera vez que se realiza un estudio de estas características en la península. Los resultados de los índices de Shannon-Wiener i Pielou ha mostrado que en la localización escogida se puede ver una saludable comunidad de arañas. Se han capturado unos 1300 individuos que pertenecían a un total de 15 familias i 64 géneros. Dos de las especies encontradas representan una primera cita para España y una de ellas para la Península Ibérica. Se ha podido constatar también, que el hecho de realizar un muestreo en un momento puntual del año puede provocar una pérdida de información de la comunidad. Se ha visto que en algunos momentos del año i dependiendo de la zona estudiada, las temperaturas pueden afectar más, y más directamente a la comunidad de la que se creía hasta ahora. Los análisis de correspondencia efectuados demuestran que en algunas especies sí que se puede observar una tendencia a aparecer en ciertas épocas del año, aunque anteriores a las descritas hasta ahora efectuadas en puntos más al norte de Europa. Este estudio, ha puesto de manifiesto pues, la falta de información que aún nos manca para poder llegar a comprender mejor este orden.

Introducció

Les aranyes (ordre Araneae), juntament amb els àcars formen el taxó amb major nombre d'espècies dins de la classe dels aràcnids amb un total d'unes 45000 espècies descrites fins a l'actualitat a nivell mundial. No obstant, cada any es van descrivint més individus nous per a la ciència. A la Península Ibèrica s'han descrit un total de 1335 espècies al 2010 (Cardoso 2010), amb un total de 55 famílies i 373 gèneres. D'aquestes, 236 espècies són endèmiques de la regió. Diversos articles i publicacions demostren però que aquestes llistes estan incompletes per el fet de les constants primeres cites o noves espècies que es van trobant. Un clar exemple d'això que es tracta d'un cas d'endemisme Ibèric, el trobem amb la descoberta d'una nova

espècie de vídua negra (*Latrodectus lilianae*) a l'Aragó (Melic 2000). Aquest descobriment ens demostra com espècies tan representatives d'aquest ordre i tan properes a casa nostra poden sorgir convertint-se així en noves descobertes per a la ciència. Les aranyes, de la mateixa manera que molts altres invertebrats, pateixen d'una manca de mapes de distribució que siguin acurats amb la realitat. Aquest fet pot ser degut a la gran diversitat i complicació que aquestes presenten a l'hora d'identificar comparats amb altres taxons o per la poca atenció que han rebut.

La diversitat d'aranyes està regulada per nombrosos factors, ja siguin climàtics (Mineo et al. 2010), d'hàbitat (Hatley & Macmahon, 1980) o alimentaris (Wise, 1975). Aquests factors generen que les xarxes ecològiques de les aranyes es caracteritzin per un complicat entramat de connexions entre les diferents espècies amb les que cohabituen i els diferents factors que hi podem trobar (Wise 1993, Carvalho et al. 2015). Tot i que la climatologia no es un factor que afecti directament l'abundància i riquesa de les aranyes (Carvalho et.al 2015), la presència de preses sí que ho serà (Morse & Fritz 1982) i aquesta vindrà donada per les diferències de temperatures que ens trobem al llarg de l'any. De la mateixa manera que el clima determina la presència de preses també determina la tipologia de la vegetació, un altre factor que explica en gran mesura la diversitat i riquesa d'aranyes (Urones & Puerto 1988).

Per altre banda, la riquesa d'espècies d'una zona també fluctuarà al llarg de l'any en funció de la fenologia de les espècies, ja que algunes aranyes hivernaran, canviant els seus hàbitats habituals (Stenchly et.al, 2007), quan les condicions els siguin més adverses i d'altres en canvi les podrem trobar durant tot l'any.

L'estudi de la composició de les poblacions d'aranyes normalment s'ha realitzat a partir de mostres puntuals o durant un període breu de temps i s'ha assumit que aquests resultats donen una imatge de la composició de la zona. No obstant, l'estudi de la biodiversitat tenint en compte la dinàmica temporal pot donar resultats contradictoris (Hsieh & Linsenmair 2012). A part de les diferències que es poden donar entre mostres puntuals o els realitzats al llarg d'un període de temps més llarg, com podria ser tot un any, la majoria d'estudis s'efectuen a partir de la recol·lecció d'espècies amb trapes de caiguda o "*pitfalls*", les quals mostren una bona proporció de la riquesa de la zona i aquesta s'extrapola a la resta de l'hàbitat. Hsieh i Linsenman (2012) van ser els primers en analitzar la diversitat d'aranyes a les copes dels arbres al llarg de tot el cicle anual. No es d'estranyar, doncs, que existeixi un gran desconeixement pel que fa a l'evolució temporal de les comunitats d'aranyes als estrats arboris. Per realitzar un anàlisi complet d'una comunitat és necessari tenir en compte les diferents estratificacions que aquesta presenta i, tot i que certament les trapes de caiguda ens donen una visió àmplia de la riquesa d'espècies que ens podem trobar, cal tenir en compte que les capçades dels arbres allotgen el 50% de tots els organismes vius (Didham & Fagan 2004) i conseqüentment obviar-la o arribar a conclusions només amb les dades obtingudes de trapes terrestres ens podria allunyar de la realitat.

El desconeixement general de les aranyes, sumat al fet que l'evolució de les comunitats d'aquest taxó a les capçades dels arbres ha estat molt poc estudiada al llarg de l'any, han motivat la realització d'aquest estudi. Els objectius del treball són valorar la diversitat d'aranyes que hi ha present al parc de les Deveses de Salt i analitzar com aquesta evoluciona al

llarg de l'any, així com determinar la influència dels arbres dominants sobre la composició de la comunitat.

El parc de les Deveses de Salt, situat al nord d'aquest poble adjacent a Girona, ha demostrat tenir una fauna interessant pel que fa a la diversitat d'aranyes, sent així la localització on es va trobar la primera cita de *Dolomedes plantarius* per a la península Ibèrica (Bellvert et. al 2013), una aranya de costums aquàtics localitzada a una bassa a prop de la zona d'estudi. Es va triar aquesta localització perquè a la part nord hi transcorre el riu Ter. La presència del riu genera una vegetació de bosc de ribera molt influenciada per la seva proximitat a l'aigua i la fauna que es troba associada a aquest tipus de bioma pot estar limitada per aquest. Aquesta fauna també serà diferent de la que trobem a la vegetació circumdant més característica del bosc sec mediterrani, fet que va motivar l'elecció d'aquest indret. Les ribes del Ter es troben dominades per pollancre (*Populus* sp.) i salzes (*Salix* sp.) (Figura 1-a), però a mesura que ens allunyem la vegetació va canviant. A 200 metres del riu, en comptes de la vegetació més pròpia de ribera, comencem a trobar alzines (*Quercus ilex*) i roures (*Quercus pubescens*) (Figura 1-b). Aquesta zona, amb vegetació més pròpia de boscos secs, forma part del parc de les deveses de Salt que és un espai de lleure i es troba fortament antropogenitzada i es objectiu de pertorbacions com podes o desbrossades.

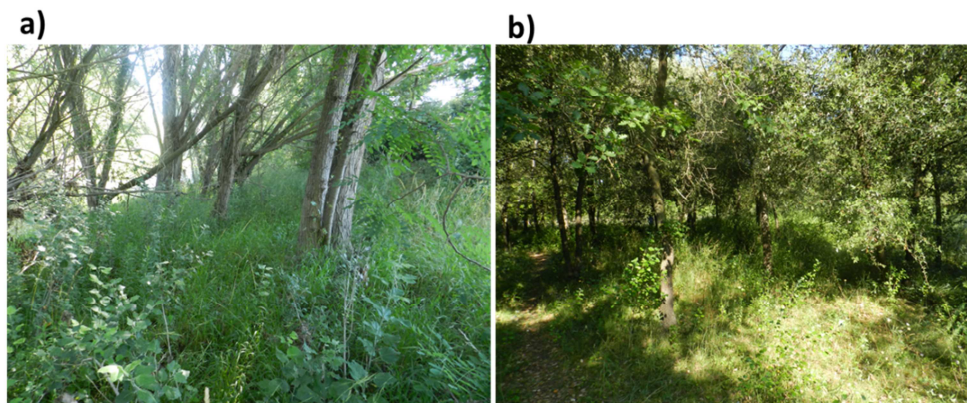


Figura 1: Fotografies de la zona d'estudi. a) Imatge de la sub-zona 1 amb plantes més pròpies de boscos de ribera. b) imatge de la sub-zona 2 dominada per les alzines i roures

Els diversos factors esmentats anteriorment, com la vegetació que podem trobar associada a diferents distàncies del riu, s'haurien de traduir amb una diferència significativa de la composició d'aranyes entre les diferents zones mostrejades i amb una variabilitat d'aquesta al llarg de l'any. De la mateixa manera, en els canvis estacionals s'hauria d'apreciar una variació entre els estats dels cicles de les aranyes que s'hi troben presents. Les comunitats de pollancre presenten una composició aracnològica més pobre que altres comunitats (Jerardino et. al 1991) i per tant, la diversitat de la zona més propera al riu Ter hauria de ser menor que la que es troba més allunyada amb presència d'alzines.

Metodologia

L'estudi de la composició d'aranyes al parc de les Deveses de Salt es va portar a terme mitjançant un mostreig amb una freqüència quinzenal. Es va escollir aquesta periodicitat per poder apreciar les variacions de la comunitat que es donen al llarg de l'any d'una forma contínua. No obstant, un dels mostrejos del mes de març no es va poder realitzar per problemes climàtics, ni tampoc el mostreig durant l'última setmana de juliol i el mes d'agost per problemes logístics. Per tant, en comptes de les 24 mostres que es tenia previst aconseguir (és a dir, dos mostrejos mensuals durant 12 mesos), se'n van obtenir 20. L'absència d'aquests mostreigs no es preveu que afecti els resultats finals de l'estudi, ja que al realitzar els mostreigs de forma contínua durant tot l'any, la falta d'alguns d'aquests no impedirà poder contemplar l'evolució de la comunitat d'aranyes, si bé, si que s'hi veuran alguns salts sense dades en aquesta.

La zona d'estudi es va dividir en dos subzones, la primera que es trobés localitzada més propera al riu Ter (dominada per arbres de fulla perenne) i la segona més allunyada d'aquest (dominada per arbres de fulla caduca). La distància entre aquestes dues subzones (70 metres) no garanteix la total independència de les mostres, però el fet de presentar una vegetació diferent podria afectar l'abundància i riquesa de les espècies d'aranyes que hi habiten. Per aquest motiu, es va creure oportú dividir la zona d'estudi en dues zones diferents per examinar si existien diferències entre elles. La presència de fulla és necessària perquè les aranyes obtinguin refugi i, per tant, l'absència d'aquestes a la subzona més propera es pot traduir en una disminució dels individus que s'hi trobin presents.

A cada subzona es van escollir les dues espècies d'arbres i les dues espècies d'arbusts més representatives. Per cada espècie d'arbre es van seleccionar quatre exemplars a mostrejar, mentre que per a les espècies d'arbusts, dels quatre exemplars seleccionats (dos de cada espècie) es varen ajuntar com si només fossin una sola espècie. Es va decidir realitzar aquest procediment ja que per a les necessitats de les aranyes les dues espècies arbustives exercien com a una sola, actuant com a un sol port arbori a un nivell aeri inferior que les espècies d'arbres i que, la diferència d'aquest nivell seria més rellevant que la diferència entre les espècies d'arbusts en si mateix. Per tant, per a cada subzona es pot considerar que hi trobem 3 tipologies diferents de vegetació: dos d'arbres i una d'arbustiva a un nivell aeri més baix que les dues anteriors. A la subzona més propera al riu es van escollir els salzes (*Salix alba*) i els pollancre (*Populus nigra*) com a espècies arbòries, i les sargues (*Salix elaeagnos*) i els alocs (*Vitex agnus-castus*) com a espècies arbustives. Els salzes es troben vorejant la ribera del riu, mentre que els pollancre es troben a uns 25-30 metres d'aquest. Per a la subzona més allunyada del riu es varen escollir alzines (*Quercus ilex*) i roures martinencs (*Quercus pubescens*) com a part arbòria, i arços blancs (*Crataegus monogyna*) i roldons (*Coriaria myrtifolia*) com a part arbustiva. Durant tot el període que va durar el mostreig es varen mantenir els mateixos individus en els quals es va realitzar aquest, és a dir, sempre s'efectuaven les captures en els mateixos punts.

El mètode de captura escollit va ser per paraigües japonès. Aquest mètode consisteix en una tela d'un metre per un metre subjectat amb unes varetes de manera que creï una superfície fixa de forma quadrada. Aquesta superfície es col·loca a sota les branques dels arbres o arbusts

escollits per mostrejar i es colpegen amb una vara per fer caure els individus a sobre de la tela. Les branques es van colpejar sempre cinc cops per tal d'homogeneïtzar l'esforç realitzat i que aquest no pogués afectar als resultats. Les aranyes que queien a sobre de la tela es capturaven immediatament i s'introduïen a dins d'un pot amb alcohol amb aigua destil·lada amb una concentració del 70%. Cada vegada que es realitzava aquest procediment s'etiquetava el pot amb la referència de la subzona, el tipus de trampa utilitzada, el tipus de d'arbre que era i quin peu era. Es va decidir realitzar aquest mètode de captura per el fet de que no provocava cap dany a l'espècie vegetal, un punt important, ja que, com s'ha comentat anteriorment, sempre es mostrejaven els mateixos individus i el fet d'haver malmès aquests hauria pogut originar una menor presència d'individus i, per tant, portar a conclusions errònies.

A l'inici de l'estudi es varen col·locar 5 trampes de caiguda o "pitfall" a cada una de les subzones, aquestes consistien en pots de 6x7 centímetres amb una capacitat per 100 mil·lilitres enterrats a terra de manera que quedessin al mateix nivell que aquest per permetre la caiguda de les espècies que circulessin per la zona. Aquestes trampes es varen col·locar en línia recta amb una separació d'un metre cada una. L'interior del pot es va omplir amb una barreja d'alcohol amb aigua destil·lada amb una concentració del 70% per permetre la preservació dels individus caiguts en el seu interior. No obstant, a causa de vandalismes, causes meteorològiques i altres factors externs i de procediment, varies setmanes no es varen poder recol·lectar aquestes trampes de caiguda, fet que va portar a la conclusió que les mostres no serien representatives i no es podrien realitzar les comparacions apropiades, per tant es va decidir concentrar l'esforç en el mostreig amb el paraigües japonès. Tot i això, les dades recol·lectades de les trampes de caiguda varen donar un resultat interessant que fa necessari la seva menció en aquest estudi el qual serà comentat a l'apartat de discussió.

Amb els individus capturats es va procedir a realitzar una identificació de les espècies a partir dels seus caràcters morfològics. Per a realitzar aquesta tasca es va utilitzar la bibliografia i els treballs de diversos autors centrats en aquests aspectes (Barrientos 2004, Roberts 1985-1987, Nentwig et.al 2015). La majoria de les aranyes es van poder classificar fins a família i gènere sense possibilitat d'error independentment del cycle vital al qual es trobaven amb l'ajut d'una clau dicotòmica especialitzada per a aquest taxó (Barrientos, 2004). Per classificar una aranya a nivell d'espècies, però, és necessari disposar d'un individu adult i realitzar la identificació a partir de la genitèlia externa, ja que en cas contrari es podria confondre amb altres espècies del mateix gènere molt similars morfològicament però que poden estar separades filogenèticament. Aquesta separació es apreciable en les diferències d'aquests caràcters sexuals. És per aquest motiu que en els individus juvenils només es va assegurar la seva identificació fins a família o gènere. Per arribar al nivell d'espècie es va utilitzar la pàgina web <<http://www.unibe.ch>> (Nentwig et. al 2015), on hi ha una identificació dels genitals de totes les espècies d'aranyes presents a Europa. Dins de l'ordre de les aranyes (Araneae), s'hi troba present la família dels linífids (Linyphiidae), la qual, degut a que és una de les famílies d'aranyes més nombrosa, amb una total de 5643 espècies a nivell mundial descrites fins a l'actualitat i a la seva complicació taxonòmica, es va utilitzar els treballs de Roberts (1987) centrats en aquesta família.

Un dels punts que es volia observar en aquest estudi era l'evolució de l'abundància i riquesa de la comunitat al llarg de l'any i comparar-la amb les variacions de temperatura que hi havia a la

zona. Per poder fer aquesta comparació es disposava de les dades de temperatura i precipitacions cedides per el Servei Meteorològic de Catalunya del 16 d'octubre del 2012 fins el 25 de setembre del 2013. Aquestes dades es prenen cada cinc minuts. Per realitzar el gràfic on es podria observar l'evolució de les dades que es volia comparar (abundància/temperatura i riquesa/temperatura al llarg de l'any) calia ajuntar aquestes dades climàtiques per tal que representessin un seguit de punts, tants com punts hi havia per dies de mostreig. No hauria sigut correcte agafar tan sols la dada climàtica del dia puntal de mostreig, ja que, es podria donar el cas de que ens trobéssim en un seguit de dies molt freds però justament el dia escollit les temperatures haguessin pujat. És per això que amb les dades climàtiques es van agafar les temperatures des d'una setmana abans del dia, fins una setmana després i es van calcular les mitjanes d'aquestes.

Per realitzar els càlculs de la biodiversitat, tant per al conjunt de la zona d'estudi com per a les dues sub-zones per separat, es varen realitzar els càlculs a partir dels índexs de Shannon-Wiener i l'índex d'equitat de Pielou. El primer d'aquests índexs ens expressa els valors d'uniformitat de la mostra, és a dir, fa un càlcul de les espècies que són igualment comunes que conformen la heterogeneïtat de la mostra (Peet, 1974). S'obté un valor mínim de 0 quan tan sols tenim una sola espècie i un valor màxim que es correspon amb el logaritme natural del número d'espècies que ens trobem presents quan totes les espècies tenen el mateix nombre d'individus (Magurran, 1988). Aquest índex es calcula amb la fórmula:

$$H' = - \sum P_i \cdot \ln P_i$$

On P_i és la proporció d'una de les espècies amb el total de la mostra. El segon índex que s'ha calculat ens calcula la proporció de la diversitat observada relacionada amb la màxima diversitat esperada (Moreno, 2001). Els seus valors van des del 0 l'1, essent 1 quan totes les espècies són igual d'abundants. La fórmula de l'índex d'equitat de Pielou és la següent:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

On H'_{max} es correspon amb el logaritme natural del número de les espècies presents a la mostra.

No totes les espècies o gèneres d'aranyes evolucionen igual dins d'una comunitat. Algunes poden arribar a la fase adulta amb anterioritat respecte les altres, de la mateixa manera que les espècies assoleixen el seu punt òptim en diferents moments de l'any. Per visualitzar gràficament aquestes variacions en la composició d'espècies es va realitzar un anàlisi de correspondències. Aquest tipus d'anàlisi multivariant permet resumir la informació continguda en un nombre elevat de variables a unes poques dimensions (o noves variables), que es poden representar gràficament per facilitar la lectura dels resultats. En el cas d'aquest estudi les variables es corresponien amb els dies mostrejats ($n=20$), mentre que els objectes influenciats per aquestes variables eren les abundàncies de cada un dels gèneres identificats. A efectes pràctics, el que ens dóna aquest anàlisi és un valor general de variabilitat explicada (*Inertia*) i un *eigenvalue* per a cada variable, el qual és una proporció d'aquest valor general que ens explica quin efecte té aquesta variable sobre el general. Aquests anàlisis es van portar a terme

fent una transformació de les dades amb la fórmula de Hellinger tractades amb el programa estadístic R (R development core team, 2009) i els paquets *vegt*. No obstant, quan es varen realitzar aquests anàlisis, es va observar que no hi havia cap tendència clara en les dades i, per tant, que no existeixen uns patrons diferenciats d'aparició dels diferents gèneres d'aranyes al llarg de l'any. Aquests resultats però venen condicionats per el fet de que algunes d'aquestes espècies es troben amb molt poca representació a la zona i poden falsejar els resultats. Per evitar aquest fet cal eliminar aquestes espècies menys presents o erràtiques. S'ha escollit que una representació de tres individus o inferior no es tindran en compte a l'hora de realitzar l'anàlisi de correspondència. Quan s'eliminen aquests gèneres es dona el problema que ens trobem amb massa variables en comparació als objectes els qual es vol comparar. Per això també s'han reduït les variables presents agafant així tan sols la primera setmana de cada mes de mostra d'estudi exceptuant l'octubre del 2012 ja que no hi ha primera setmana i s'ha agafat la segona, amb el que ens dona un total de 10 variables analitzades en lloc de les 20 analitzades anteriorment. Quan s'apliquen aquestes noves dades al CA (*Correspondence analysis*) donen uns valors diferents als anteriors en els quals si que es veu una tendència més clara.

Resultats

Riquesa general i dominància d'espècies

Al llarg de tot el període de mostreig es varen recol·lectar un total de 1328 individus, corresponents a 15 famílies i 64 gèneres. Només el 12% dels individus capturats ($n=162$) eren adults i aquests pertanyien a 33 espècies diferents. Aquestes 33 espècies es trobaven representades per un total de 11 famílies, és a dir, que del total de famílies capturades durant l'estudi només en quatre d'elles no es varen trobar individus adults (Araneidae, Gnaphosidae, Lycosidae i Pisauridae). La família amb major nombre d'adults va ser els Linyphiidae amb un total de 71 individus (un 43% del total). Pel que fa al nombre de gèneres en els quals no es varen trobar individus adults, ja va ser més gran respecte el total de gèneres identificats, dels 64 gèneres només en 29 es varen trobar individus adults, el que significa que en més de la meitat dels gèneres no hi havia espècimens en etapa de maduració sexual. El nombre total d'espècies reals però, serà molt superior, donat l'elevat nombre de diferents gèneres ($n=35$) que no es varen trobar individus adults que permetessin la classificació a partir dels seus òrgans reproductors. També cal tenir en compte que les femelles de la família Tetragnathidae no presenten una genitalia externa esclerotitzada, cosa que fa més difícil una identificació segura a nivell d'espècie a partir del mètode de classificació emprat. Si tenim en compte que, de la resta de gèneres no identificats, com a mínim de cada un en sorgiria una nova espècie identificada per l'estudi, podem deduir que el mínim de possibles espècies que es podrien trobar amb les dades obtingudes seria un total de 64.

La família amb major nombre de representants pertanyen a la família Theridiidae (26% del total d'individus mostrejats, Figura 2). Aquesta família, coneguda per incloure la famosa vídua negra (*Latrodectus* sp.), rep el seu nom comú en anglès per la forma de la tela de captura que realitza (cobweb spiders). La segona família amb major nombre de representants són els Linífids (Linyphiidae) (16%). Aquesta família també realitza la captura de preses a partir d'una

tela la qual també li dona el nom comú (Sheetweb spiders). Les dues següents famílies més nombroses són els Filodròmids (Philodromidae) i els Tetragnàtids (Tetragnathidae) (11%, respectivament). La primera d'aquestes dues famílies correspon a aranyes caçadores que no elaboren cap tipus de tela per atrapar les

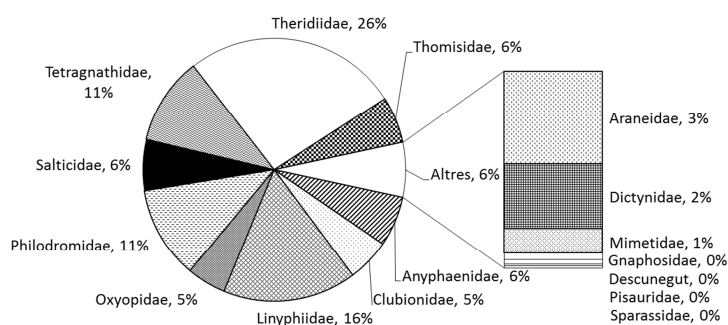


Figura 2: Proporción de les famílies a les quals pertanyen els individus capturats a l'estudi (n=1328 individus)

seves preses. La segona família es tracta d'una de les quatre famílies a nivell mundial que creen una tela circular de dues dimensions per caçar (orbweb spiders). Les següents cinc representants (Thomisidae (6%), Anyphaenidae (6%), Salticidae (6%), Clubionidae (5%) i Oxyopidae (5%)) es tracta d'aranyes caçadores amb diferents hàbits, tan diürns com nocturns. A part d'aquestes famílies, es varen identificar altres individus amb un nombre més baix de representants, entre elles la família Araneidae, un altre cas d'aranyes constructores de tela circular i Dictynidae, aquesta ultima amb individus de dimensions molt reduïdes (aproximadament d'un mil·límetre). Alguns d'aquests casos que constituïen el 6% del total de les famílies identificades comptaven amb un nombre molt reduït (n=1 i n=3) (Fig. 1). De totes les captures realitzades hi va haver dos individus que no es varen identificar.

Separant les famílies en funció dels seus mètodes de caça, trobem que en total es varen identificar cinc tipus d'aranyes constructores de tela de captura i 10 caçadores actives o d'emboscada (Taula 1). Tot i trobar més riquesa d'aranyes caçadores o que realitzen emboscada, doblant així el número de famílies constructores de tela, aquestes darreres es troben en un nombre més elevat d'individus arribant pràcticament al 60% del total capturat. Aquests resultats concorden amb els experiments realitzats per Otto & Floren (2010), on el percentatge d'aranyes que realitzen tela de captura dominava respecte de les altres estratègies. Això és així sempre que el mètode de captura que s'hagi utilitzat no es vegi afectat (com és el cas del paraigües japonès) per la passivitat que poden demostrar aquestes aranyes a l'hora de caçar (Otto & Floren, 2010).

Weaver spiders		Active or ambush hunting spiders			
Família	Nº	Família	Nº	Família	Nº
Theridiidae	351	Philodromidae	151	Oxyopidae	64
Linyphiidae	211	Salticidae	83	Mimetidae	11
Tetragnathidae	143	Anyphaenidae	82	Gnaphosidae	3
Araneidae	42	Thomisidae	76	Pisauridae	1
Dictynidae	29	Clubionidae	70	Sparassidae	1
Total	776	Total			542

Taula 1: Nombre de representants de les diferents famílies trobades durant l'estudi separades en aranyes constructores de tela (weaver spider) i aranyes que cacen activament o realitzen emboscada (Active or ambush hunting spiders). S'han exclòs els dos individus no identificats (N=1318)

La família amb més riquesa de gèneres correspon als Saltícids, amb un total de 13 gèneres identificats. Aquesta família també és la que té més riquesa de gèneres a nivell mundial,

seguida dels Linífids (603 i 601 respectivament), i la que té un nombre més elevat d'espècies (amb un total de 5812 fins l'actualitat) (World Spider Catalog, 2015). Les següents famílies amb més gèneres varen ser els Araneidae, Thomisidae i Theridiidae amb 8 representants, seguits per els Linyphiidae amb 7 i els Dictynidae amb 6. De la resta de famílies només es varen trobar un sol representant de cada una d'elles.

Variació de l'abundància i la diversitat de la comunitat d'aranyes

Al llarg de l'any l'abundància d'individus dins la comunitat d'aranyes s'ha vist clarament modificada trobant el seu màxim des de juliol fins a finals d'octubre, punt en el qual es veu una dràstica disminució d'aquesta. Aquesta disminució concorda amb la baixada de temperatures que es comença a fer visible a partir de la tardor (Fig. 3-a). A partir del febrer es comencen a observar diferents augments i disminucions en l'abundància d'individus que no es corresponen amb la variació de les temperatures (Fig. 3-a). No s'ha observat cap patró aparent a partir de la comparació de l'abundància amb les dades de pluviometria observades durant aquest període. La correlació entre aquests dos factors era de 0'0565 i, per tant, es troba per sota dels valors crítics de correlació de Pearson, és a dir, no és un valor significatiu. La riquesa d'espècies ha patit una variació similar, trobant el seu màxim en el primer mostreig realitzat, amb un total de 25 gèneres diferents i el seu mínim trobat en dos punts, a finals de gener i a mitjans de març, amb 8 gèneres diferents a les dues. Les pujades i baixades d'aquesta variació amb la riquesa (Figura 3-b) són semblants a les pujades i baixades que s'han vist amb l'abundància.

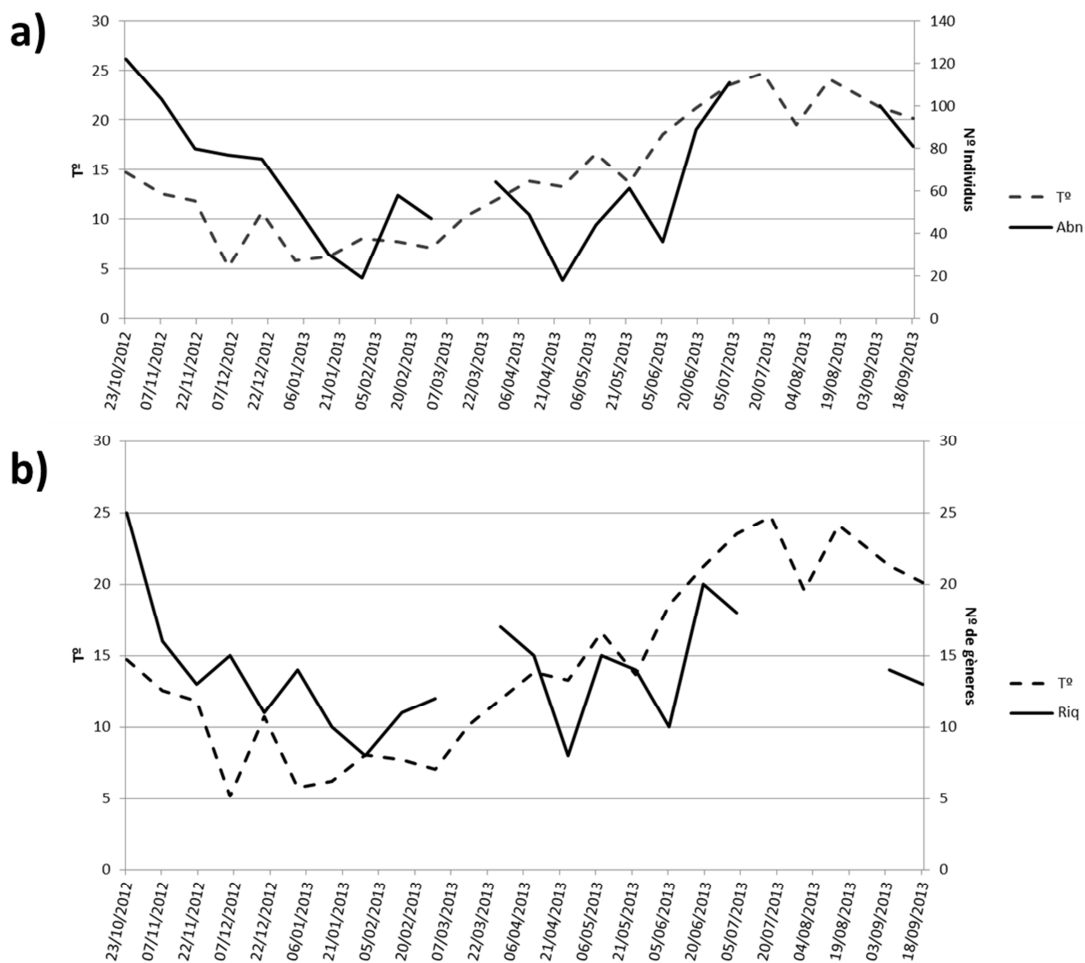


Figura 3: Variació de la temperatura amb a) l'abundància i b) amb la riquesa de gèneres de la zona d'estudi

També es poden observar canvis en la variació de la diversitat d'aranyes al llarg de l'any (Fig. 4). L'índex de Shannon-Wiener (Figura 4-a) ens indica que el màxim d'uniformitat dins la comunitat d'aranyes la trobem des de principis de juny fins a principis de novembre i el mínim el trobem el 30 de gener, això vol dir que a aquest punt de l'any la diversitat de la comunitat disminuïa respecte els altres dies i que hi havia espècies d'aranyes que predominaven per sobre de les altres. En cap moment de l'any aquest índex baixa per sota del 2, el qual marcaria el límit on la diversitat començaria a ser baixa, tot i això, hi ha certs moments de l'any on s'aproxima molt a aquest valor, com seria a principis de febrer, finals d'abril i finals de maig. Aquests valors de la disminució de la diversitat corresponen amb els pics més baixos d'abundància que podem trobar.

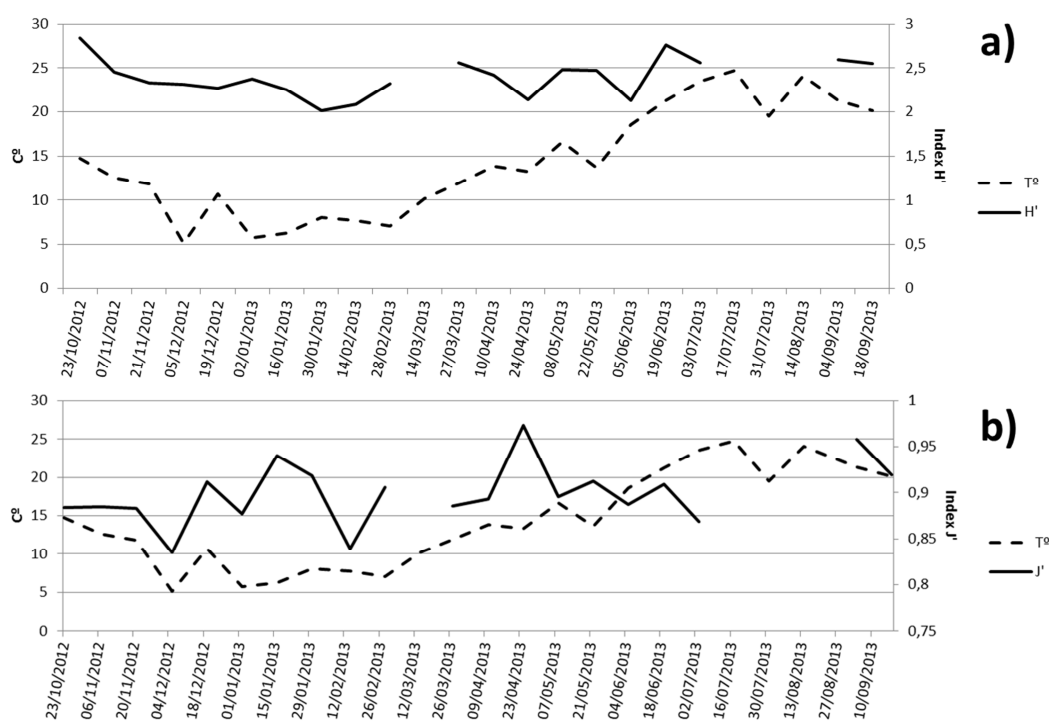


Figura 4. Variació de la temperatura (indicada a l'eix esquerra) en comparació amb l'índex de Shannon-Wiener (a) i l'índex de Pielou (b) (a l'eix dret) de la zona d'estudi en general al llarg del període de mostreig

Amb l'índex de Pielou (Figura 4-b), que ens indica l'equitat de cada dia amb la riquesa esperada de forma independent de la resta de dies, podem veure com el moment amb una equitat més alta la trobem el 24 de març. No obstant, cal tenir en compte que aquest valor (0'973) ve donat per el fet que ens trobem amb un dels dies amb un menor nombre d'individus i, per tant, no vol dir que en aquesta data hi hagi una bona equitat entre les espècies, sinó que totes són igual de poc abundants. El punt amb una equitat més baixa el trobem a principis de desembre i a principis de febrer (Figura 4-b). En el primer d'aquests dies d'aquest primer mes podem observar que el gènere *Tetragnatha* (Tetragnathidae) domina per sobre de la resta amb un pràcticament 30% del total de la mostra, els altres dos gèneres que destaquen són els *Philodromus* (Philodromidae) i *Dipoena* (Theridiidae) amb un 13% del total de la mostra cada un. Pel que fa al dia del mes de febrer, ens trobem amb que l'espècie més dominant no està classificada fins a nivell de gènere, tot i això, aquest punt coincideix amb l'augment d'aranyes pre-adultes (observar en el següent punt) que antecedeix a l'aparició dels adults de l'espècie

Hypomma cornutum (Figura 5) i, per tant, és molt probable que aquesta dominància correspongui a aquesta espècie amb un 40% del total. Podem observar també com aquest índex, durant el primer trimestre, augmenta o disminueix segons augmenten o disminueixen les temperatures, un fet que no és tan evident amb l'índex de Shanonn-Wiener. Tot i que pugui donar aquesta impressió d'una possible correlació, el valor del coeficient de Pearson entre les temperatures i l'índex de Pielou és de 0'088 durant el primer trimestre (P-valor > 0'05) i, per tant, aquestes dades estan molt lluny d'estar correlacionades.

Evolució fenològica de la comunitat

El 80% dels individus capturats es trobaven en un estat juvenil del seu cicle vital, el 8% en un estat pre-adult i el 12% restant en estat adult. Realitzant la seqüència temporal basada en aquests caràcters es pot observar com el punt més alt d'individus juvenils es troba a l'estiu, des del juliol fins l'octubre, precedit pel pic més alt d'individus adults entre maig i principis de juny (Figura 5).

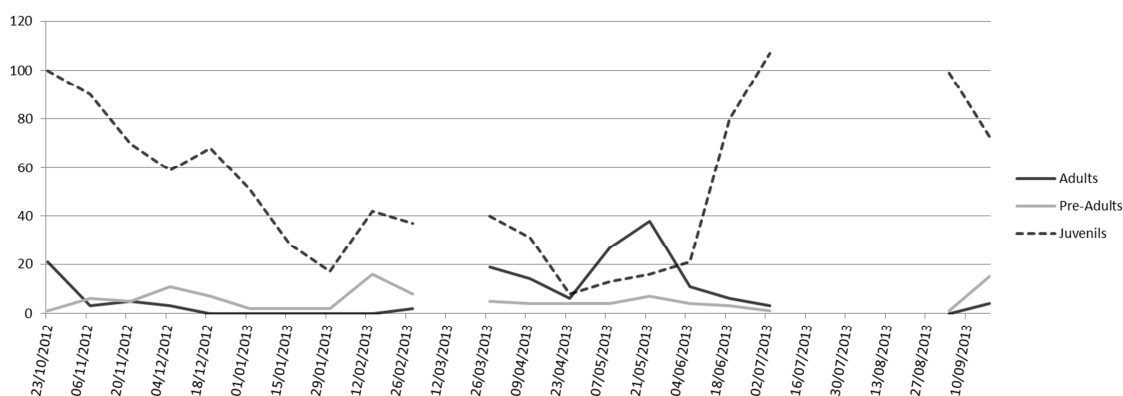


Figura 5: Evolució fenològica de la comunitat d'aranyes separant els estats adults (línia fosca), els pre-adults (línia clara) i els juvenils (línia de punts). Els períodes sense mostres representen els lapsos temporals que no es va realitzar mostreig.

Podem observar un segon pic d'individus adults a finals de març amb un nombre inferior d'exemplars. La major part d'aquest augment d'adults correspon als mascles d'*Hypomma cornutum*, una primera cita per a la península Ibèrica (Bellvert, unpublished data). El patró que segueix aquesta espècie (Figura 6)

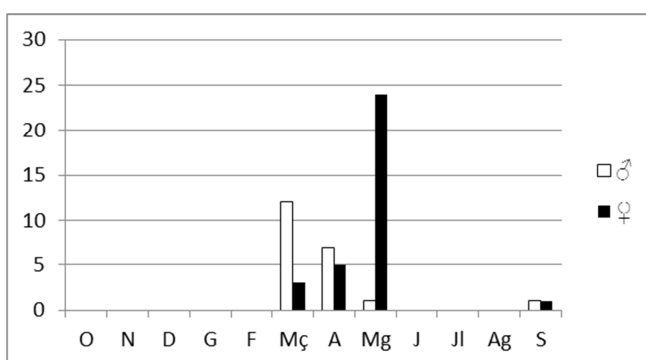


Figura 6: Abundància d'adults de l'espècie *Hypomma cornutum* (N=60).

és semblant als que han estat publicats amb anterioritat al nord d'Europa (Harvey et al. 2002), però amb un avançament del període on els primers adults comencen a aparèixer. Aquest fet pot ser provocat pel clima més càlid que presenta la regió mediterrània envers el nord europeu.

Riquesa de les diferents subzones de l'àrea d'estudi

Si observem la riquesa d'espècies de les dues sub-zones de l'àrea d'estudi per separat, podem observar com la subzona 2, la qual és la que està formada per roures i alzines, té una major

riquesa (15 famílies i dos individus desconeguts) que la que es troba més propera al riu Ter (12 famílies) (Taula 2). Dues de les tres famílies absents a la subzona 1 corresponen a famílies que tenen molt poca representació en el total de la mostra (menys de 1%) i només es troben representades per un sol individu, mentre que la tercera família exclusiva correspon a la família Mimetidae amb un total d'onze exemplars trobats al llarg de l'any. Aquesta quantitat d'individus representa pràcticament l'1% del total. Les famílies amb major nombre de representants a la subzona 1 són els Linífids i els Tetragnàtids (17% del total cada una), mentre que a la subzona 2 trobem la família Theridiidae (30%).

Pel que fa a la proporció d'aranyes comunes a tota la zona d'estudi, es pot observar que les proporcions són semblants entre les dues sub-zones (Taula 2) tot i que hi ha algunes famílies que dominen més en alguna sub-zona que a l'altra. Una d'aquestes famílies correspon a la família Theridiidae, on a la sub-zona 2 trobem un 31% del total de les famílies en contrast amb el 14'6% de la primera. Una de les altres famílies on podem observar diferències es tracta de la família Tetragnathidae amb un 17% del total de les famílies a la sub-zona 1 i un 8'5% a la sub-zona 2. L'última d'aquestes diferències la trobem amb els saltícids (família salticidae). Aquesta darrera família es troba representada per un 12'4 i un 4% a la sub-zona 1 i sub-zona 2 respectivament. Es pot observar també una gran diferència entre les abundàncies de les dues sub-zones, molt més elevada en el cas de la segona amb un total de 965 individus, fet que representa un 73% del total d'individus capturats en l'any mostrejat.

Família	Sub-Zona 1	Sub-Zona 2	Total general	%Sub-Zona 1	%Sub-Zona 2
Theridiidae	53	298	351	14,6	30,9
Linyphiidae	62	156	218	17,1	16,2
Philodromidae	42	109	151	11,6	11,3
Tetragnathidae	61	82	143	16,9	8,5
Salticidae	45	38	83	12,4	3,9
Anyphaenidae	29	53	82	8,0	5,5
Thomisidae	27	49	76	7,5	5,1
Clubionidae	17	53	70	4,7	5,5
Oxyopidae	11	53	64	3,0	5,5
Araneidae	9	33	42	2,5	3,4
Dictynidae	4	25	29	1,1	2,6
Mimetidae	0	11	11	0,0	1,1
Gnaphosidae	2	1	3	0,6	0,1
Pisauridae	0	1	1	0,0	0,1
Sparassidae	0	1	1	0,0	0,1
Desconegut	0	2	2	0	0,2
Total	362	965	1327		

Taula 2: Nombre d'individus de les diferents famílies identificades en el mostreig i el percentatge de cada una d'aquestes famílies a les diferents sub-zones, la de pollancre i salzes més propera al riu (sub-zona 1) i la de roures i alzines més allunyada d'aquest (sub-zona 2)

Diferències entre l'abundància i la diversitat de les diferents sub-zones

No s'ha apreciat cap diferència entre la variació de les abundàncies al llarg de l'any des d'una perspectiva relativa, és a dir, els augments o els descensos d'una de les sub-zones ha anat acompanyat per l'augment o el descens de l'altre sub-zona sense tenir en compte la diferència d'abundància que hi ha entre les dues. Els dos descens doncs, segueixen un patró similar l'observat en el general de tota la zona d'estudi. El valor de correlació de Pearson ens dona un valor de 0'784 amb 19 graus de llibertat (P-valor < 0'01), per tant, es pot apreciar que les

abundàncies varien de la mateixa forma en les dues sub-zones. Tot i això, cal destacar que en un dels dies de mostreig no es va poder trobar cap individu a la sub-zona 1, també cal mencionar però, que aquest dia va ser el més baix pel que fa a l'abundància d'individus de tots els efectuats al llarg de l'estudi (N=18)

Respecte a la diversitat, sí que s'han pogut apreciar patrons diferents entre les dues sub-zones (Figura 7). L'índex de Shannon-Wiener presenta uns resultats més baixos a la subzona més propera al riu, on en 10 dels 20 mostrejos realitzats trobem uns resultats inferiors a 2, el qual es considera una diversitat baixa, en contrast amb l'altra sub-zona on només 5 dels 20 mostrejos estan per sota d'aquest valor. De la mateixa manera, els pics on es pot observar la màxima diversitat els trobem a la part més allunyada del riu (sub-zona 2), amb uns valors de 2'8 a l'octubre i 2'6 a finals de juny, en canvi, a la sub-zona 1 el valor més alt d'aquest índex és de 2'4 a finals de setembre. El mínims també mostren diferències entre elles. A la primera sub-zona es pot veure que el mínim arriba a valors de 0'63 al desembre i per l'altre banda el mínim el podem trobar amb un valor de 1'6 a principis de juny. Cal destacar la proximitat temporal que mostra doncs l'àrea d'alzines i roures (sub-zona 2) amb els seus valors màxim i mínims, ja que, el seu segon màxim valor (2'6) i el seu mínim (1'6), es troben separats tan sols per 15 dies de diferència. Un altre fet a destacar d'aquests resultats el trobem en els primers 5 mesos de la primera sub-zona, on es pot veure una covariació entre la temperatura i els valors de l'índex de Shannon-Wiener amb una correlació de Pearson significativa entre elles (p -valor $< 0'01$) amb un valor del coeficient de correlació de 0'79 amb 10 graus de llibertat. Aquesta correlació es manté durant la resta de l'any, però amb uns valors molt ajustats al valor crític, i també s'ha de tenir en compte que a partir d'aquests primers 5 mesos hi ha 4 mostrejos que no es varen realitzar i un on no es va trobar cap individu, per tan, aquest resultat positiu de correlació no s'hauria de tenir en compte ja que aquests factors poden fer dubtar la seva veracitat. No obstant, aquesta correlació no s'observa a l'altra sub-zona.

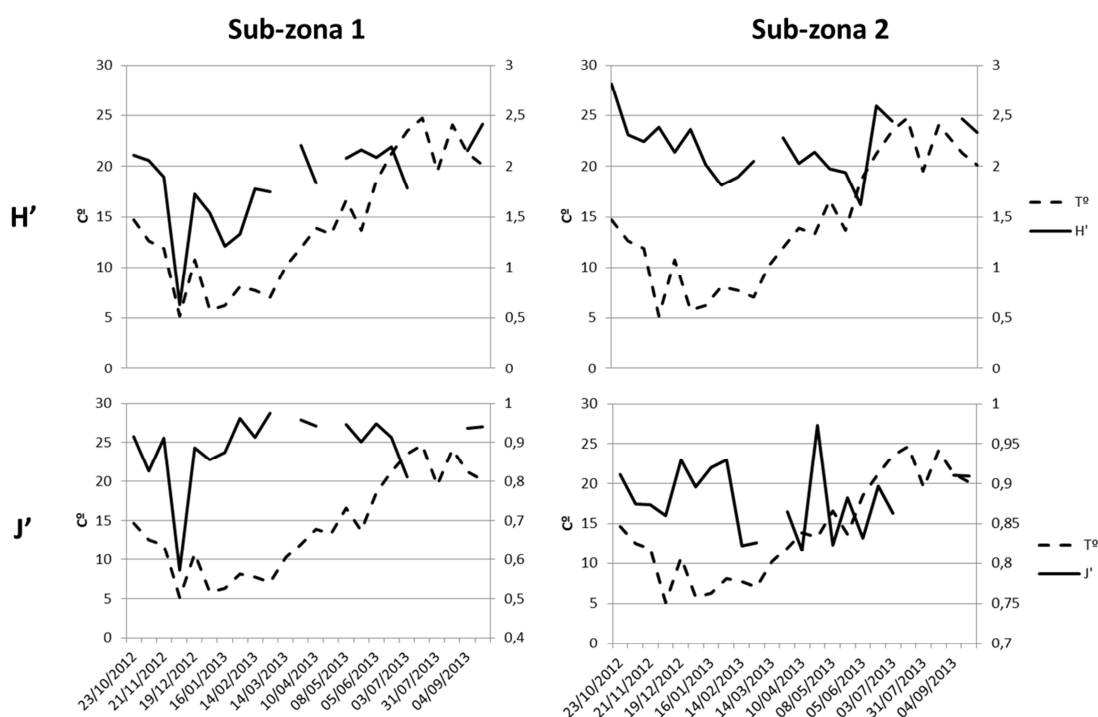


Figura 7: Variació de la temperatura i els índex de Shannon-Wiener i de Pielou al llarg de tot el període mostrejat. La sub-zona 1 correspon a la zona dominada per salzes i pollancre i la sub-zona 2 dominada per roures i alzines.

Si observem l'equitat podem veure com els valors per a les dues sub-zones es troben entre el 0'8 i el 1, exceptuant en una sola dada a principis de desembre de la part més propera al riu Ter la qual baixa fins a valors de 0'57. Al contrari del que s'ha pogut observar amb els índexs de Shannon-Wiener, no s'ha vist que existeixi una correlació entre l'índex de Pielou i les variacions de la temperatura en cap de les dues sub-zones, amb un valor del coeficient de correlació de Pearson de 0'325 amb 10 graus de llibertat (P-valor > 0'05), valor que queda molt allunyat del valor crític. Tot i que si s'observa la figura 6 es pot veure com en els primers mesos semblaria que hi ha algun tipus de correlació, aquesta no és significativa (P-valor > 0'05).

Anàlisi de correspondència

L'anàlisi de correspondències mostra que quan s'analitzen les 20 variables en el cas de la sub-zona 2 trobem una *inèrcia* total de 6'483 i que les dues primeres dimensions només expliquen el 18% de la variància total (10% i 8%, respectivament). La variància explicada per la resta de variables va disminuint molt gradualment. Aquests resultats ens indiquen que no existeix una tendència. En el cas de la sub-zona 1 ens trobem amb 19 variables, ja que no es va capturar cap individu en un dels dies de mostreig i, per tant, presenta una dada menys. A la sub-zona 2 trobem uns resultats similars als anteriors (Inèrcia de 6.844 i variància de les dues primeres dimensions de 19%, essent 10% i 9% respectivament). El ritme decreixent per a cada una de les noves dimensions segueix el mateix descens que l'anterior. Per tant en els dos casos veiem que no hi ha diferències significatives de la dominància de certs gèneres en les diferents èpoques de l'any.

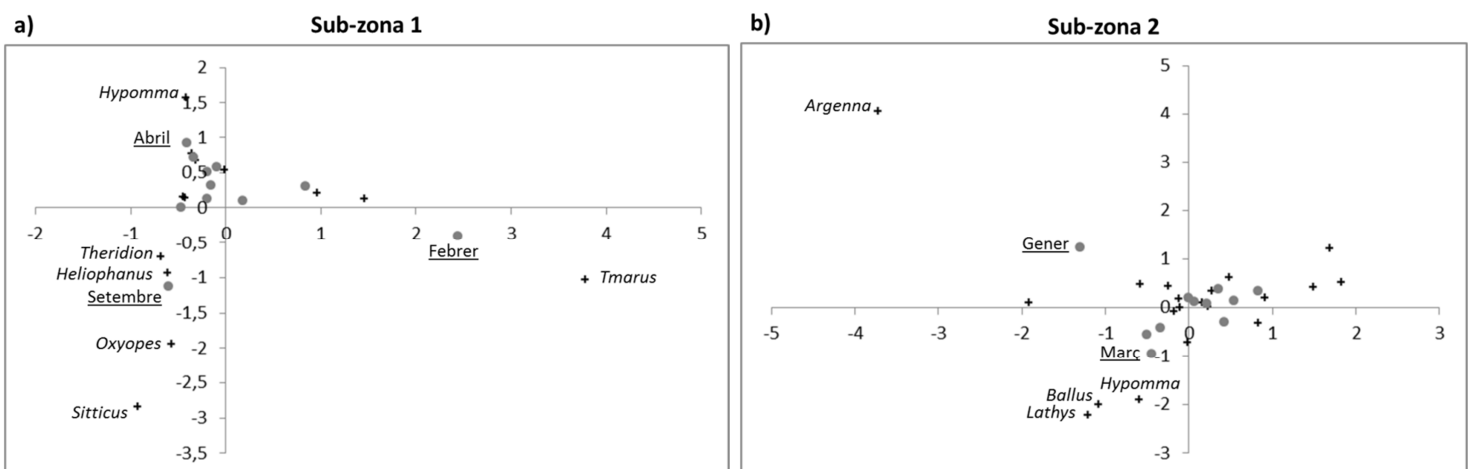


Figura 8: Representació gràfica de l'anàlisi de correspondència. El gràfic a) correspon a la sub-zona 1 i el gràfic b) a la sub-zona 2. CA1 i CA2 corresponen a les dos variables més significatives que ens trobem a cada sub-zona calculades a partir de la CA. Les creus mostren les espècies i els punts representen el mes de l'any cap a on aquestes espècies tenen més tendència a aparèixer. Tan sols s'ha apuntat el nom de les dades que tenien una significació per a aquest estudi

Quan s'efectuen aquests càlculs amb la reducció de dades ens trobem però, que per a la sub-zona 1 tenim una *inèrcia* de 1'948 i les dues primeres dimensions expliquen una variància total del 53% (33% i 20%, respectivament), mentre que a la sub-zona 2 la *inèrcia* és de 1.301 i la variància total del 50% (27% i 23% respectivament). A la representació gràfica es pot veure com les dues diferents sub-zones presenten espècies diferents que tenen més tendència a aparèixer en certs moments de l'any. Per a la sub-zona 1 aquest seria el cas del gènere *Tmarus*, el qual es pot observar que té una marcada representació durant el febrer, o el cas dels gèneres *Sitticus*, *Oxyopes*, *Heliophanus* o *Theridion* que són més freqüents durant el mes

de setembre o per *Hypomma* durant l'abril. Per la sub-zona 2 es pot veure com també hi ha algunes espècies que tenen una representació més marcada durant algunes èpoques de l'any. Per a aquesta sub-zona veiem com el gènere *Argenna* es troba més present durant el gener i com *Hypomma*, *Ballus* i *Lathys* tenen una representació més marcada al març (Figura 8).

Discussió

Els resultats dels índexs de Shannon-wiener trobats en aquest estudi ens indiquen que la diversitat que trobem present en el parc té un bon nivell, ja que en el seu conjunt es troba sempre per sobre de 2. L'excepció la trobaríem en els mesos d'hivern a la sub-zona 1 dominada per pollancre, resultat que ja era d'esperar per la més baixa diversitat d'espècies que s'ha vist que aquests poden albergar. De la mateixa manera que en molts altres estudis realitzats (Jerardino et.al 1991, Otto & Floren 2007, Larrivé & Buddle 2009), podem veure que la riquesa de famílies coincideix amb les trobades tan a la zona mediterrània com als boscos temperats. La quantitat de famílies trobades (N=15) al parc representa un total del 30% de les famílies que es poden trobar a la península, moltes de les quals són famílies comunes que es solen trobar freqüentment en la majoria d'ambients ibèrics. De la mateixa manera, l'abundància d'aquestes famílies també és semblant als trobats en altres estudis. La quantitat, tant en nombre de famílies com en l'abundància d'aquestes, pel que fa als mètodes de caça, també coincideix amb els que s'han trobat anteriorment. Aquestes semblances amb altres estudis també ens indiquen que el mètode emprat ha estat l'adequat per caracteritzar la riquesa i composició de les aranyes de la comunitat. Si bé l'esforç de mostreig realitzat per dia ha estat inferior al d'altres estudis, el fet d'haver-se realitzat durant tot l'any ha permès que espècies que eren menys freqüents es poguessin trobar.

La riquesa de famílies és similar a les dues sub-zones estudiades (subzona1 n=12; subzona2 n=15). La majoria de famílies es troben presents a ambdues, excepte les famílies Pisauridae, Sparassidae i Mimetidae que només apareixen a la sub-zona 2. Les famílies Pisauridae i Sparassidae corresponen a espècies que s'han trobat molt infreqüentment (<1%) i pel tipus d'ecologia que presenten es podria pensar que es tracta d'individus erràtics. En el cas de la família Pisauridae es tractava de l'espècie *Pisaura mirabilis*, la qual acostuma a viure en llocs humits entre herbes arran de terra. L'individu de la família Sparassidae pertanyia al gènere *Olios*, el qual només té un representant a la península (*Olios argelasius*; Cardoso, 2010) i fins fa poc era l'única espècie europea d'aquest gènere (Jäger & Otto 2007, Jäger et.al 2011). La presència d'aquesta aranya no és d'estranyar ja que acostuma a desplaçar-se pels troncs de les alzines (Barrientos et.al 2013). La família Mimetidae presenta una abundància major (n=11) que les altres dues famílies esmentades. Aquesta família s'anomena en anglès *Pirate spiders* i presenta un comportament araneofàgic, és a dir, s'alimenta d'altres aranyes i és coneguda per realitzar un mimetisme agressiu a l'hora de caçar (Harms & Harvey 2009). L'aparició d'aquesta família a la subzona 2 podria ser degut a la major quantitat d'individus d'altres aranyes constructores de tela que hi trobem, i conseqüentment, la major quantitat d'individus que realitzen teles de captura per caçar, incrementant així les possibles preses que aquesta família caça, el que seria una explicació de la presència de la família Mimetidae. Exceptuant aquesta última família, on les seves necessitats alimentàries donarien lògica a la seva presència, no és

estrany trobar individus erràtics o que el seu nínxol ecològic no es correspongui al lloc on s'han capturats. En el cas de *Pisaura mirabilis*, l'alta capacitat de dispersió per ballooning o dispersió aèria (Bell et.al 2005) li permet arribar a grans distàncies lluny del punt de naixement. En qualsevol cas, és important destacar que aquest individu es va trobar en un port arbustiu no gaire allunyat dels espais humits on es troba habitualment i, per tant, podria tractar-se d'un juvenil que es trobés en aquest punt per mera casualitat. En el treball de Bell et. al (2005) no es té constància de que la família Sparassidae realitzi dispersió per ballooning, tot i que això no significa que no en sigui capaç. Com s'ha esmentat però, aquesta família habita als troncs de les alzines i no és d'estranyar que s'hagi trobat un exemplar a la sub-zona 2.

Les variacions de les abundàncies d'individus dins de la comunitat d'aranyes concorden amb les esperades per aquest taxó. Tot i que la temperatura no afecta directament les comunitats d'aranyes (Carvalho et.al 2015), es pot veure que quan aquesta descendeix també ho fa l'abundància (Figura 2). La baixada de temperatures afecta a les seves preses i, al disminuir aquestes, la població d'aranyes també es veu reduïda. Des que les temperatures baixen fins que les poblacions que són preses i aranyes se'n resenteixen transcorre un lapse de temps en el qual es pot observar la variació de l'abundància i riquesa (Mineo et.al 2010). El millor moment per observar aquest canvi és quan les temperatures deixen de baixar i el canvi estacional fa que vagin augmentant (Figura 2). Per observar els factors que afecten directament a la comunitat d'aranyes s'haurien de tenir en compte les altres comunitats que es troben presents a la zona, bàsicament comunitats d'altres artròpodes, que són les principals preses de les aranyes (Foelix, 1979) així com la resta de factors tan biòtics com abiòtics que poguessin afectar. No obstant això, s'ha observat una correlació positiva als primers mesos d'estudi (d'octubre a febrer) entre la baixada i pujada de la temperatura i el descens i ascens en la diversitat de les aranyes a la sub-zona 1 més propera al riu Ter amb presència d'arbres de fulla caduca sense que pateixi cap lapse temporal com l'esmentat per Mineo et. al (2010), apuntant a causes directes més que indirectes. Tot i això, aquesta conclusió no es pot afirmar amb rotunditat que sigui certa per tres motius. El primer és que una correlació no implica una relació de causa-efecte i per tant, amb només un resultat positiu de correlació, no és suficient per afirmar que hi ha un efecte directe de la temperatura en la diversitat. Perquè aquesta relació fos certa s'haurien d'estudiar la resta de factors i comprovar que no hi ha cap altre factor que es vegi afectat per la temperatura i alhora que afecti a les aranyes de la zona. El segon motiu per no poder afirmar amb seguretat que la temperatura té un efecte directe sobre l'abundància d'aranyes és el fet que en l'estudi portat a terme no s'han realitzat les repeticions oportunes per corroborar aquesta relació (Barrientos pers. com.), és a dir, portar a terme més rèpliques amb aquesta metodologia en altres zones, amb les mateixes o diferents condicions de temperatura, i si els resultats fossin els mateixos, es podria afirmar amb més rotunditat que sí que hi podria haver una relació de causa efecte directe. El fet d'haver trobat aquesta correlació positiva als primers mesos podria haver estat per atzar, tot i que no ho poguéssim semblar a simple vista, i això podria falsejar els resultats. Per eliminar l'atzar s'hauria de repetir el procediment a més sub-zones amb les mateixes condicions i comparar tots els resultats, però malauradament aquest és un objectiu que queda fora de les possibilitats d'aquest estudi. El tercer i últim motiu és que les diferents captures es van produir en punts temporals (un dia concret de l'any), però les temperatures s'han calculat utilitzant la mitjana de la variació amb un lapse temporal de 15 dies, una setmana abans i després del dia de

captura. Aquest fet implicaria que es podria estar donant un espaiament temporal entre la variació de les temperatures amb la variació de la diversitat com fins ara es pensa però que no s'apreciaria a les gràfiques. Tot i aquestes limitacions, és interessant destacar que aquesta covariació tan marcada tan sols es troba present a la sub-zona 1 durant els primers quatre mesos d'estudi i és completament absent de la sub-zona 2.

Cardoso et. al (2007) no van trobar cap correlació entre la temperatura i la riquesa d'aranyes, però el fet de que aquesta correlació sí que hi sigui present en la diversitat per aquest període de temps i per aquesta sub-zona, indica que sí que hi podria haver una relació entre elles en determinades situacions. En altres moments de l'any, quan hi ha preses i refugi suficients, per exemple, pot ser que les variacions de la temperatura no afectin a la comunitat, però que als moments en que no hi són presents o són més escassos poden aconseguir que els canvis de temperatura afectin més la comunitat d'aranyes. Aquests possibles efectes que portarien la comunitat a un estat on es veïés més afectada directament per les fluctuacions de temperatura però, no estan clars, tot i que, i sempre en cas de que pogués haver-hi la possibilitat d'un efecte directe en falta de certs factors o en presència d'altres, es podria donar el cas de que les temperatures afectessin més les comunitats d'aranyes en moments donats on les poblacions poden ser més susceptibles d'aquests canvis del que s'ha pensat fins ara. Donat que aquest fet només és observable a la sub-zona 1, fa pensar que un dels possibles factors que faria que la comunitat es veïés més afectada per les temperatures seria la caiguda de fulla dels arbres, la qual es torna a recuperar per primavera, que es quan és deixa d'observar la correlació entre la temperatura i la diversitat. La reducció de l'abundància observada en aquesta sub-zona d'arbres de fulla caduca, és un altre fet que ha portat a pensar que el refugi és un dels factors que ha influenciat que la comunitat es veïés afectada per la temperatura. Al desaparèixer el refugi les espècies que no estan preparades per sobreviure en absència d'aquest desapareixen i només queden les espècies que si que hi estan adaptades, el que es tradueix en una reducció de l'abundància i de la diversitat. No cal descartar però, la presència de preses, no com un fet independent, sinó que sumat al causat pels arbres de fulla caduca, podria incrementar aquest efecte. Si aquest fet fós cert, el que suposaria seria incrementar encara més les ja complicades xarxes ecològiques de les aranyes, ja que, no només s'haurien de tenir en compte totes les nombroses relacions que aquestes xarxes presenten, sinó que, a més, s'hauria de tenir en compte el fet que la presència o absència de certs factors que ara es coneixen que afecten d'una manera directa, com serien la vegetació o les preses, podrien provocar que d'altres factors indirectes, com les temperatures, poguessin afectar d'una forma més directa en determinades situacions. Però com ja s'ha dit, aquestes afirmacions manquen de força i veracitat pels motius ja comentats i seria necessari un treball més exhaustiu de la resta de variables que podrien afectar la comunitat d'aranyes.

Pel que fa al fet de no haver trobat una relació entre la variació de l'abundància i la riquesa amb la variació de les precipitacions pot ser degut als desfases temporals que hi ha entre el canvi en la quantitat de precipitació i la variació de la diversitat. Aquest desfasament pot ser d'entre 1 i 3 mesos segons alguns autors (Spiller and Schoener 1995, Arango et al. 2000) o fins i tot de major temps (Langlands et al. 2006), inclús, per a aquest darrer autor, les bones condicions climàtiques durant l'aparellament i les etapes juvenils es poden traduir en un efecte visible al següent any.

L'evolució fenològica de la comunitat ha presentat el comportament esperat. La majoria d'individus adults han sortit entre maig i juny (Cardoso et.al 2007), a excepció del pic trobat a començaments de març a causa dels adults de *Hypomma cornutum*. Ara bé, el percentatge d'adults respecte el total d'individus capturats (un 14%) és inferior al trobat en l'estudi d'Otto i Floren (2007) (27%) que es va desenvolupar en un moment puntual de l'any i utilitzant el mètode de captura de paraigües japonès. La possible explicació seria que l'esforç realitzat en el mostreig del present estudi ha estat menor. Un esforç major hauria permès detectar un nombre més elevat d'individus adults, però la quantitat d'exemplars dins de la mostra hauria sigut massa gran com per permètre una identificació de tots els individus dins del temps de que es disposava per a realitzar l'estudi.

Els resultats de l'anàlisi de correspondència ha mostrat que hi ha algunes espècies que es troben més presents en diferents èpoques de l'any. S'han vist algunes diferències entre les dues sub-zones pel que fa a quines espècies tendeixen a diferents èpoques de l'any. En el cas d'*Hypomma cornutum* per exemple, es pot veure que a la sub-zona 1 tendeix a aparèixer durant l'abril, mentre que a la sub-zona 2 ho fa durant el març. Aquest avançament respecte a les dues sub-zones es podria donar pel fet que durant el març aquesta espècie troba més cobertura vegetal a la zona dels arbres de fulla perenne (sub-zona 2), mentre que a la sub-zona 1 els arbres encara no tenen suficient fulla com perquè aquesta aranya s'hi pugui establir. Per treure conclusions de les diferents tendències que mostren les altres espècies però, caldria veure que aquestes tendències fossin diferents en les dues sub-zones, és a dir, que es trobessin presents amb major freqüència a diferents èpoques de l'any segons a la sub-zona que observem, ja que de no ser així, podria ser que la major quantitat d'individus d'una espècie a un determinat mes de l'any fos per casualitat o per alguna causa no comparable entre les dues sub-zones. Tot i això, cal destacar algun cas, aquest seria el del gènere *Tmarus*, les espècies d'aquest gènere tenen una coloració molt críptica que es pot camuflar molt bé amb les escorces dels arbres, i per tant, hi ha una lògica en que es pugui trobar amb més presència al febrer a la sub-zona 1 amb presència d'arbres sense fulla on es pot camuflar perfectament amb l'escorça de les branques. Un altre cas a comentar seria el del gènere *Argenna*, amb un sol representant a la península (*Argenna subnigra*). A diferència d'altres espècies, els adults d'aquesta aranya es poden trobar pràcticament durant tot l'any (Nentwig et.al 2015) i, per tant, serà comuna durant totes les èpoques. Aquest fet, el que aconseguirà serà que quan les altres espècies no sigui tan freqüent trobar-les aquesta despuntarà per sobre les altres. Aquest es el cas que ens trobem, però amb una marcada tendència a aparèixer al gener a la sub-zona 2. Que només es vegi aquesta tendència en aquesta sub-zona podria ser degut a la presència de refugi que pot trobar a les fulles perennes de les alzines que s'hi troben presents.

Cal tenir en compte que la major abundància d'aranyes es trobarà després de les seves fases adultes, ja que el mètode d'identificació d'aquest estudi arribava fins a gènere indiferentment del seu període reproductiu, és per això, que el major nombre d'individus d'una espècie acostumarà a ser després que els individus hagin eclosionat dels seus ous, en etapes juvenils. Pel cas del gènere *Hypomma* els resultats tenen lògica, ja que aquest gènere presenta complicació a l'hora d'identificar-lo i només s'han identificat els individus en estat adult, els quals sortien entre els mesos de març a maig. En el cas del gènere *Sitticus*, una aranya de la família Salticidae, la tendència que es pot observar la qual es decanta cap al setembre no es

d'estranyar. D'aquest gènere no es va trobar cap individu adult, no obstant, la fase adulta d'aquest gènere es dona des de març fins octubre en la majoria de les seves espècies al nord d'Europa (Harvey et.al 2002), al tenir aquesta àmplia representació durant la major part de l'any no es de sorprendre que es puguin trobar més quantitat de juvenils durant el setembre, ja que no es trobaran individus en fase adulta. En el cas del gènere *Oxyopes* (família Oxyopidae), també es veu una marcada tendència cap a aquest mes. L'espècie més probable que podrien ser aquests individus, degut a la seva morfologia, seria *Oxyopes lineatus*, però d'aquesta espècie no s'ha pogut trobar una fenologia correctament indicada. Per altra banda, altres individus representants d'aquest gènere es considera que la seva fase adulta s'acostuma a trobar entre maig i agost. Per tant, trobar major quantitat d'individus juvenils durant el setembre entra dins dels resultats esperats. El fet de trobar major nombre d'individus juvenils durant el setembre compliria els mateixos motius que els dos gèneres anteriors pel cas dels representants dels gèneres *Theridion* (família Theridiidae) i *Heliophanus* (família Salticidae), les quals són les que es veu una marcada tendència cap al setembre en la sub-zona 1 i pels gèneres *Xysticus* (família Thomisidae) i *Nigma* (família Dictynidae). Del gènere *Platnickina* (família Theridiidae) s'han trobat individus adults i s'han identificat els dos representant europeus *P. tincta* i *P. nigropunctata*. D'aquestes dues, la primera es pot trobar a la seva fase adulta durant tot l'any i per tant, el fet d'haver trobat una tendència a una major abundància al gener i tan sols en una de les dues sub-zones no seria suficient per identificar un comportament atípic.

Altres espècies han mostrat uns resultats que no eren tan esperats. El cas del gènere *Dipoena* (família Theridiidae), segurament de l'espècie *Dipoena melanogaster*, s'ha vist una marcada tendència cap a l'augment de l'abundància d'aquest gènere al gener. *D. melanogaster* acostuma a arribar a les seves fases adultes entre el juny i agost (Nentwig et.al 2015), mentre que alguns altres representants d'aquest gènere poden arribar a l'estat adult un mes abans al nord d'Europa (Harvey et.al 2002). Donat aquest fet, la major abundància d'aquest gènere s'hauria de veure durant o passats aquests mesos i no abans de que s'esdevinguessin. Aquest fet es podria donar a causa d'un hivern més càlid del normal, un avançament de la fenologia a causa de les majors temperatures de la regió mediterrània o simplement per la falta de dades les quals puguin donar uns resultats fiables per conèixer exactament els punts de major abundància d'aquest gènere. Un altre gènere que mostra un cas semblant seria el de *Argenna* (família Dictynidae), aquesta també ha mostrat una tendència a una major abundància cap el gener, avançant-se així al període de la seva fase adulta, tot i això, d'aquest gènere només s'han trobat 6 exemplars i per tant no serien suficients per arribar a cap conclusió.

Espècies d'interès

Durant el mostreig es varen trobar dues espècies que representen una primera cita, una per l'estat espanyol i l'altra per la península Ibèrica (Imatge 2) (Bellvert, 2015). La primera d'aquestes es la ja mencionada *Hypomma cornutum*, una representant de la família dels Linífids de reduïdes dimensions (entre 1 i 3 mil·límetres) molt semblant a *Hypomma bituberculatum*, inclosa a les llistes Ibèriques, però a la que es poden apreciar clars trets distintius en els seus òrgans reproductors. En un estudi realitzat a Navarra es menciona la captura de cinc individus en estat adult d'aquesta espècie (Castro & Barriuso, 2004), però mai ha estat inclosa oficialment dins la fauna espanyola tot i que sí a la portuguesa (Cardoso,

2010). L'altra espècie és *Sintula retroversus*, un altre representant de la família dels Linífids, en aquest cas absent a tota la península. D'aquesta espècie se'n va trobar només un exemplar capturat amb les trampes de caiguda emprades al principi de l'estudi. El fet de retirar aquest mètode de captura per les causes descrites al principi d'aquest treball va impedir poder trobar més exemplars i per tant, no es pot assegurar ni que fos un exemplar errant que hagués aparegut espontàniament a la zona d'estudi ni que

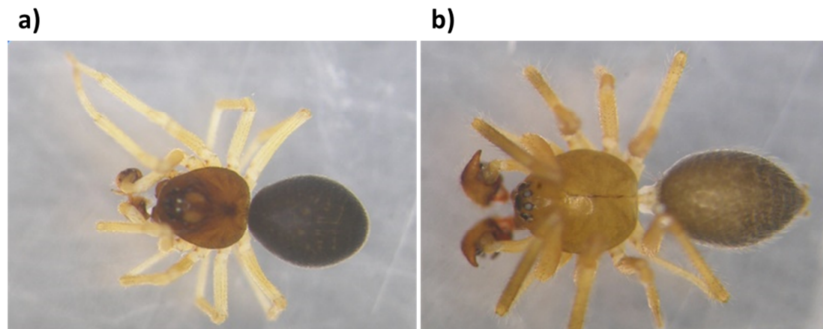


Figura 9: Fotografies de les dues aranyes les quals han sigut una primera cita per la península Ibèrica, a) *Hypomma cornutum* b) *Sintula retroversus*

formi poblacions grans i estables en aquesta. Per poder arribar a una conclusió segura sobre aquest fet s'hauria de portar a terme un nou estudi, aquest cop realitzant les captures amb trampes de caiguda.

Conclusions

El mètode de captura i esforç realitzat han permès trobar una riquesa de famílies i gèneres semblants als trobats en altres estudis. Tot i això, l'esforç que s'ha emprat no ha permès la localització de suficients exemplars adults com per realitzar una identificació segura de la majoria de gèneres fins a nivell d'espècie. Si es volguessin trobar més exemplars adults s'hauria de: 1) incrementar l'esforç de captura durant tot l'any, fet que comportaria una despesa de temps molt més gran, o 2) realitzar les captures en una època de l'any en concret que facilités la captura d'una major quantitat d'exemplars adults. En aquest darrer cas, el moment idoni per a realitzar el mostreig seria entre maig i juny per la regió mediterrània (Cardoso et al. 2007). No obstant, com s'ha vist en aquest estudi en el cas d'*Hypomma cornutum*, els mascles adults d'algunes espècies són rars en aquestes èpoques i la realització d'un mostreig puntual podria portar a la manca d'informació d'algunes espècies.

Els índexs de diversitat de Shannon-Wiener i d'equitat Pielou de la zona d'estudi han presentat uns resultat elevats, fet que ens indica que les comunitats d'aranyes del parc de les Deveses de Salt gaudeixen d'un bon estat de conservació. La sub-zona dominada per pollancre i salzes (sub-zona 1) ha presentat una abundància d'individus marcadament més baixa que l'altra sub-zona dominada per arbres perennes (sub-zona 2), però no s'han vist grans diferències entre la riquesa d'espècies ni amb la diversitat com hauria sigut d'esperar. Això pot ser degut a la proximitat de les dues sub-zones, fet que no ha permès treballar en condicions de total independència. Els canvis de la diversitat respecte de la temperatura de la sub-zona de pollancre i salzes ha donat uns resultats que no eren els esperats durant els primers mesos d'estudi, no obstant, aquests resultats no són definitius per poder extreure'n una conclusió ja que es podrien haver donat per causes que no s'han pogut valorar en aquest estudi. L'anàlisi de correspondència ha mostrat que alguns gèneres tenien una tendència a augmentar el seu

nombre en èpoques més avançades a les que els tocaria, cosa que es podria donar tant perquè hi hagués hagut un hivern més càlid del que estan acostumades aquestes espècies o per les limitacions en l'esforç de captura.

Com s'ha comprovat en aquest estudi, ens falta encara molta informació per arribar a un coneixement complet sobre l'ecologia, distribució i fenologia de les espècies d'aranyes que trobem a casa nostra. Més i més extensos estudis són necessaris per completar la xarxes ecològiques de les aranyes i per treure conclusions finals que ens apropin a la realitat d'aquest taxó moltes vegades molt poc estudiat. La intenció final d'aquest estudi ha estat la d'aportar una mica més de llum en aquest intricat i desconegut món que és el de l'aracnologia.

Conclusions

The capturing method and the effort executed have allowed to find a richness of families and genus similar to those found in other studies. However, the effort that has been used has not allowed to find enough adult specimens to identify most of the genera to the species level. If one wanted to find more adult specimen it would be necessary to: 1) increase the capturing effort throughout the year, which would mean a much larger expense in terms of time or 2) make the captures in a specific season to facilitate the capture of a greater number of adult specimens. In the latter case, the ideal time to perform sampling would be between May and June for the Mediterranean region (Cardoso et al. 2007). However, as seen in this study in the case of *Hypomma cornutum*, adult males of some species are rare in these times of the year and performing a sampling at this season could lead to some lack of species information.

The diversity indices of Shannon-Wiener and Pielou evenness of the study area presented a high result, which indicates that the spider communities are enjoying a good condition. The sub-zone dominated by poplars and willows (sub-zone 1) presented an abundance of individuals markedly lower than the other sub-zone, but these have not been big differences between species richness or the diversity as one would have expected. This may be due to the proximity of the two sub-zones, which are not allowed to work in conditions of total independence between them. Changes in diversity with respect to the temperature of the sub-zone of poplars and willows gave results that had not been expected during the first months of the study, however, these results are not definitive to take a conclusion as it could have been for reasons that this study could not possibly assess. The correspondent analysis showed that some genus had a tendency to increase their abundance in later times than usual, which could have taken place due to a warmer winter than these species are used to, or by limitations in the effort of capture.

As seen in this study, we still need a lot of information to get a complete knowledge on ecology, distribution and phenology of species of spiders that can be found in our land. Way further extensive studies are needed to complete the ecological networks of spiders and to take final conclusions that approach the reality of this taxon, often very little studied. The final aim of the study was to contribute with a little more light on this intricate and unfamiliar world that is arachnology.

Agraïments

M'agradaria donar els meus agraïments a la Nuria Roura, que ha sigut la meva tutora en el present treball, per totes les correccions i consells que m'ha donat, aconseguint un treball més complet, clar i entenedor. A en José Antonio Barrientos de la Universitat Autònoma de Barcelona per totes les identificacions que no podia arribar a resoldre o que havia arribat a una conclusió errònia. A l'Alba Casals i en Gerard Delmau, per tots els dies de captures que em varen venir a ajudar i que tan complicat se m'hauria fet a mi sol. A l'Estefania Gascón de la Universitat de Girona per l'ajut amb els aspectes estadístics d'aquest treball. A en Pol Bantí, Josep Bantí i la Marta Rota per la lectura i opinions efectuades sobre l'escrit.

Bibliografia

Arango, A.M., Rico-Gray, V., Parra-Tabla V. 2000. Population structure, seasonality and habitat use by the green lynx spider *Peucetia viridans* (Oxiopidae) inhabiting *Cnidocolus aconitifolius* (Euphorbiaceae). *The Journal of Arachnology* **28**: 185-194

Barrientos, J.A. (Coord.) 2004. Il curso práctico de arcnologia. Taxonomia de Arañas y Opilliones ibéricos. Centro Educativo de Medio Ambiente de la Caja de Ahorros del Mediterráneo, Valencia,

Barrientos, J.A., Nel-lo, M., Brañas, N., Masó, G., Mederos, J.L., Dolgonós, S. 2013. XIV Jornadas del Grupo Ibérico de Aracnología (GIA), Espacio Natural do Courel, Galicia, España; 09/2013

Barrientos, J.A., Uribarri, I., García-Sarrión, R. 2014. Arañas (Arachnida, Araneae) de un hayedo del Montseny (Cataluña, España). *Revista Ibérica de aracnologia* **24**: 3-14.

Bell, J.R., Bohan, D.A., Shaw, E.M., Weyman, G.S. 2005. Balloning dispersal using silk: world fauna, phylogenies, genètics and models. *Bulletin of Entomological Research* **95**: 69-114

Bellvert, A., Casals A., Fonollosa A., Dalmau G., Tobella C. 2013 First record of *Dolomedes plantarius* (Clerck, 1758) (Araneae: Pisauridae) from the Iberian Peninsula. *Revista Ibérica de Aracnología* **23**: 109-111

Bellvert, A. 2015. Two new sheet web spiders (Araneae: Linyphiidae) for Spain in the north east of the Iberian Peninsula. *Revista Ibérica de Aracnología* **26**

Carsoso, P. & Morano, E. 2010. The Iberian spider checklist (Araneae). *Zootaxa* **2495**: 1-52

Cardoso, P., Silva, I., Olivera, N.G., Serrano, A.R.M. 2007. Seasonality of spiders (Araneae) in mediterranean ecosystem and its implication in the optimum sampling period. *Ecological Entomology* **32**: 516-526.

Castro, A. & Barriuso, A. 2004. Arañas (Arachnida: Araneae) de un muestreo estival en el Robledal de Orgi, Valle de Ultzama (Navarra, norte de España). *Munibe* **55**: 197-216

Carvalho, L. S., Sebastian, N., Araujo, H.F.P., Dias, S.C., Venticinque, E., Brescovit, A.D., Vasconcellos, A. 2015. Climatic variables do not directly predict spider richness and abundance in semiàrid Caatinga vegetation, Brazil. *Environmental Entomology* **44**: 54-63

Didham, R.K. & Fagan, L.L. 2004. Forest Canopies. *Encyclopaedia of Forest Sciences* (ed. by J. Burley, J. Evans and J. Youngquist), pp. 68–80. Academic Press, Elsevier, London

Foelix, R. 1979. *Biology of spiders*. 3rd. ed. 2010. Oxford University Press

Harms, D., Harvey, M.S., 2009. Australian pirates: systematics and phylogeny of the Australasian pirate spiders (Araneae : Mimetidae), with a description of the Western Australian fauna. *Invertebrate Systematics* **23**: 231–280

Harvey, P.R., Nellist, D.R. & Telfer, M.G. (eds) 2002. *Provisional Atlas of British spiders (Arachnida, Araneae)*, Volume 1 & 2. Huntingdon: Biological Records Centre.

Hatley, C.L., Macmahon, J.A. 1980. Spider community organization: Seasonal variation and the role of vegetation architecture. *Environmental Entomology*. **9**: 632-639

Heish, Y. & Linsenmair K.E. 2012. Seasonal Dynamics of arboreal spiders diversity in a temperate forest. *Ecology and Evolution* **2** (4): 768-777

Jäger, P. & Otto, S. 2007. New records of *Olios sericeus* (Kroneberg 1875) with notes on its taxonomy and biogeography (Araneae: Sparassidae: Sparassinae). *Revista Ibérica de Aracnología* **14**: 19-24.

Jäger, P., Duncan, M., Russell-Smith, T. 2011. First record of *Olios suavis* for Southern Europe in Cyprus (Araneae: Sparassidae: Sparassinae). *Bulletin of the British Arachnological Society* **15** (5): 127-129.

Jerardino, M., Urones, C., Fernández, J.L. 1991. Datos ecológicos de las arañas epigeas en dos bosques de la región mediterránea. *Osiris* **6**: 141-157

Langlands, P.R., Brennan, K.E.C. & Pearson, D.J. 2006. Spiders, spinifex, rainfall and fire: Long-term changes in a arid spider assemblage. *Journal of Arid Environments* **67**: 36-59

Larrivé, M. & Buddle C.M. 2009. Diversity of canopy and understorey spiders in north-temperate forests. *Agricultural and Forest Entomology*, **11**: 225-237

Magurran A.E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. London: Croom Helm. [A general book on ecological diversity. Models for the distribution of species]

Melic, A. 2000. El género *Latrodectus* Walckenaer, 1805 en la península Ibérica (Araneae: Theridiidae). *Revista Ibérica de Aracnología* **1**: 13-30

Mineo, M.F., Del-Claro, K., Brescovit, A.D. 2010. Seasonal variation of ground spiders in a Brazilian Savanna. *Zoologia* **27** (3): 353-362

Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Morse, D.H. & Fritz, R.S. 1982. Experimental and observational studies of patch choice at different scales by the creab spider *Misumena vatia*. *Ecology* **63**: 172-182

Nentwig W, Blick T, Gloor D, Hänggi A, Kropf C: Spiders of Europe. www.araneae.unibe.ch. Version 04.2015

Otto, S., & Floren, A. 2010. The canopy spiders (Araneae) of the floodplain forest in Leipzig. *Arachnologische Mitteilungen* **39**: 25-38

Peet, R.K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual review of ecology and systematics* vol. **5**: 285-307

R Development Core Team 2009. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

Roberts M.J. (1987) The spiders of Great Britain and Ireland. Volume 2: Linyphiidae and checklist. Harley Books Colchester

Spiller, D.A., and Schoener, T.W. 1995. Long-term variation in the effect of lizards on spider density is linked to rainfall. *Oecologia* **103**: 133-139

Stenchly, K., Bernhard, D. & Finch, O. 2007. Arboricolous spiders (Arachnida, Araneae) of the floodplain forest – first results. In: Unterseher, M., W. Morawetz, S. Klotz & E. Arndt (eds): The canopy of a temperate floodplain forest. Results from five years of research at the Leipzig Canopy Crane. Universitätverlag, Leipzig. pp. 72-80

Urones, C. & A. Puerto, 1988. Ecological Study of the Clubionoidea and Thomisoidea (Araneae) in the Spanish Central System. *Revue Arachnologique* **8** (1): 1-32

Wise, D.H. 1975. Food Limitation of the Spider *Linyphia marginata*: Experimental Field Studies. *Ecology* **56**: 637–646

Wise, D.H. 1993. Spiders in ecological webs. Cambridge University Press, Cambridge

World Spider Catalog (2015). World Spider Catalog. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, version 16, accessed on 10/04/2015