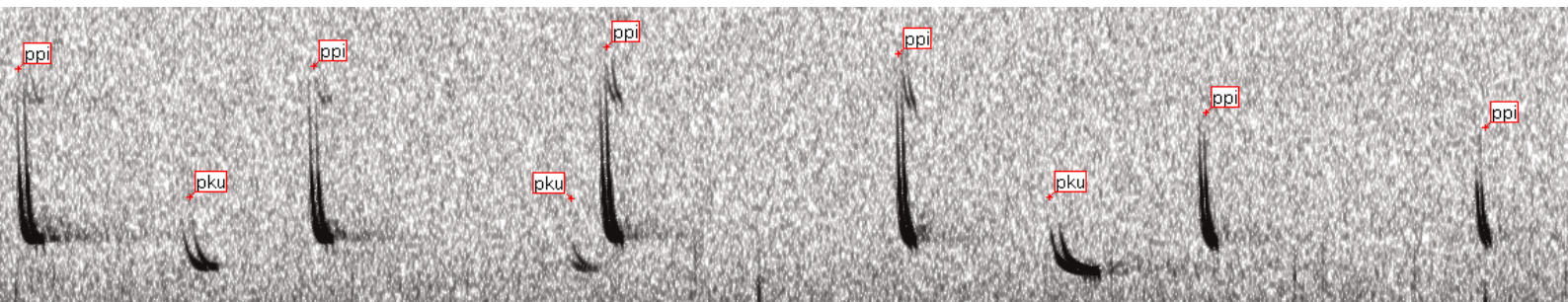


QUIROHABITATS

Seguiment Remot Multiespecífic de Quiròpters en Hàbitats



1. Introducció

El protocol **QuiroHabitats** suposa la implementació pràctica dels darrers i importants avenços tecnològics en matèria de detecció i anàlisi d'ultrasons. A principis del 2009 va aparèixer al mercat el primer aparell assequible capaç d'enregistrar ultrasons a temps real i de forma continuada durant diverses nits, fet que ha obert una nova i interessant perspectiva per a l'estudi i seguiment de les comunitats de ratpenats. Durant l'estiu del mateix any, l'equip de recerca sotassignant ha testat i validat la metodologia que us presentem, i ha començat a instaurar el protocol a diversos espais naturals de Catalunya, amb la intenció que tots els seguiments amb detectors que estem duent a terme a Catalunya convergeixin cap a aquest protocol. El seu principal avantatge és que garanteix un volum de dades fins fa poc impensable i assegura per primera vegada una potència estadística suficient per a estudiar amb confiança aspectes com les tendències poblacionals, diferències poblacionals entre hàbitats, així com tants altres aspectes de l'ecologia de les poblacions de quiròpters.

Quadre resum del protocol

- 1) Seleccionar l'estació de mostreig dins d'una quadrícula UTM 10x10, o alternativament 1x1
- 2) Cercar dues zones per emplaçar el detector, situades entre 50 i 100 metres l'un de l'altre i que cobreixin estructures diferents de l'hàbitat (p.e. ecotò i bosc).
- 3) Programar adequadament el detector D500 perquè enregistri des de la posta del sol fins a la sortida.
- 4) Realitzar els mostrejos sempre entre l'1 de juny i el 31 de juliol (període reproductor).
- 5) Situar el detector, amb les quatre bateries AA que l'alimenten noves, a la primera zona i deixar-lo enregistrant durant 4 nits. Al recollir-lo caldrà buidar-ne la tarja CF de 32G amb què anirà equipat i formatar-la (*in situ* amb disc dur autònom o amb ordinador portàtil, o bé *ex situ* a l'oficina).
- 6) Repetir el punt 5 a la segona zona.
- 7) Un cop finalitzada l'estació, amb les seves dues zones mostrejades durant 4 nits, emmagatzemar els ultrasons perquè puguin recollir-los i processar-los els tècnics del projecte. Cal tenir present que pot tractar-se de fins a 60G d'informació.

Perquè és un seguiment remot i multiespecífic?

És remot perquè tan sols cal situar l'aparell al punt de mostreig el primer dia i anar-lo a recollir després de la darrera nit doncs s'activa i desactiva de forma automàtica a les hores que haguem decidit. Mentre està actiu enregistra automàticament tots els ultrasons que superin el llindar de volum que haguem especificat.

És multiespecífic perquè permet recollir dades d'un bon nombre d'espècies de ratpenats, així com de grups fònics i gèneres. Per veure la llista d'espècies i gèneres sobre els quals es pot recollir informació consultar la *Taula 1*.

En què millora la feina de camp en relació als seguiments amb detectors anteriors?

Fins el moment de començar-se a aplicar el protocol aquí descrit existien dues limitacions importants a l'hora d'estudiar l'activitat de ratpenats amb detectors:

- a) L'enregistrament dels ultrasons l'havia de fer *in situ* un observador experimentat al camp. Aquest particular condicionava molt les possibilitats de seguiment per diversos motius:
 - a. El nombre d'observadors experimentats és limitat.
 - b. Només resulta viable mostrejar de forma eficaç en una franja horària relativament curta (no és possible mantenir la concentració i eficàcia inalterades durant tota la nit).
 - c. El recompte d'activitat s'havia de fer manualment i per tant estava sotmès a subjectivitat.
- b) L'únic sistema de gravació que permetia una identificació òptima del ultrasons obtinguts, anomenat de Temps Expandit, només permet mostrejar durant un 10% del temps en què s'està al camp, doncs el 90% restant l'empra per a processar els ultrasons i convertir-los en audibles.

Amb el present protocol s'eviten totes les limitacions plantejades, doncs:

- a) L'aparell d'enregistrament pot funcionar de forma autònoma fins a 7 nits seguides. Es pot instal·lar en qualsevol moment del dia i degudament programat farà els enregistraments en els intervals desitjats, gravant qualsevol ratpenat que emeti dins la seva àrea de recepció de forma totalment automàtica.
- b) Enregistra els sons directament a molt alta velocitat (fins a 500KHz), pel que resta actiu i funcional el 100% del temps de mostreig.

Com milloren les dades recollides amb el protocol QuiroHabitats respecte els mètodes anteriors?

Les comparacions realitzades entre estacions dutes a terme amb el mètode tradicional i el nou protocol demostren que en la major part de casos l'activitat registrada es multiplica per 100, augmentant per tant en 2 ordres de magnitud (p.e. es passa de menys de 10 contactes a les estacions més pobres a alguns centenars amb el nou sistema).

Es tracta d'un increment molt significatiu i que proporciona una gran robustesa a les dades obtingudes, fet que permet plantejar anàlisis estadístiques molt més exigents, com per exemple estudis de tendències, entre tants altres.

Quina informació pot aportar el seguiment?

a) A escala d'espai natural o local:

A escala local la implementació d'estacions de seguiment pot permetre avaluar les diferències d'ús entre hàbitats, l'efecte de mesures de gestió dels hàbitats sobre els poblaments de ratpenats, l'evolució a mitjà i llarg termini de les poblacions, detectar espècies bioindicadores o bé senzillament recollir dades per a ampliar els catàlegs d'espècies o millorar els mapes de distribució.

b) A escala regional autonòmica:

Lògicament a escala autonòmica es poden contrastar les mateixes hipòtesis que a escala local, amb l'avantatge que en un termini més curt, mercès a la suma d'esforços, es poden determinar tendències poblacionals o detectar diferències poblacionals entre espais naturals, hàbitats, etc. El contrast de la informació a escala regional amb la de cada espai natural en particular també pot resultar d'interès per als ens de gestió locals.

Quins coneixements previs cal tenir per a ...?

a) Recollir les dades al camp:

Donat el total automatisme de l'aparell d'enregistrament no és necessari tenir coneixements ni experiència en l'estudi de quiròpters per dur a terme la recollida de dades. Tan sols cal delimitar els punts de mostreig amb l'ajut d'algun dels experts de les entitats promotores d'aquest protocol i a partir d'aleshores la recollida i bolcat de les mostres la pot dur a terme qualsevol persona sense coneixements previs, seguin tan sols les instruccions concretes que es faciliten al respecte.

b) Analitzar i interpretar els ultrasons enregistrats:

Aquest és un aspecte molt més complex i que duen a terme els experts promotors del protocol per diversos motius (veure apartat 3.2): l'automatisme que s'empra per a la identificació requereix de validació experta en alguns casos i al gestionar-se de forma centralitzada pot actualitzar-se a mesura que es millora el coneixement de les espècies per assegurar-ne sempre un rendiment òptim.

Quin material fa falta per dur a terme el protocol?

El material necessari es redueix a:

1. Detector **Pettersson D500X**
2. **Tarja CF SanDisk**, de 32GB i d'alta velocitat (30MB/s).
3. Joc de quatre **piles AA** per a cada estació d'enregistrament.



El detector està pensat per a resistir la intempèrie, per bé que no està de menys protegir-lo amb una caixa estanca deixant una única obertura per al micròfon.

On es pot aconseguir l'equip i quin cost té?

Existeixen diversos proveïdors, que ofereixen el detector **Pettersson D500X** per uns 2000 €

- **Oryx, La Botiga de l'Amant de la Natura.** C/Balmes, 71. Barcelona (tel. 934185511). [Web](#).
- **Alana Ecology.** New Street. Bishop's Castle. Shropshire. SY9 5DQ. UK (tel. +44 (0)1588 630173). [Web](#).

La tarja **CF SanDisk Extreme III de 32GB**, costa al voltant d'uns 180 €. Es pot aconseguir a:

- **Oryx, La Botiga de l'Amant de la Natura.** C/Balmes, 71. Barcelona (tel. 934185511). [Web](#).
- **MediaMarket.** Consultar web per veure botiga més propera: [Web](#).
- Botigues de fotografia.

Quin és el cost total de dur a terme una estació de seguiment?

El cost del material per a dur a terme el seguiment està entre el 2000 i els 2400 €. Un cop feta aquesta inversió es poden dur a terme tantes estacions com el calendari i pressupost permetin, tenint en consideració que l'anàlisi ascendeix a **200€ anuals per estació de seguiment**. Amb aquest preu s'inclou l'anàlisi dels ultrasons i el lliurament d'una taula de resultats breument comentada. El primer any, sense que suposi un cost addicional, els tècnics del projecte assessoraran i acompanyaran al camp per a escollir adequadament la ubicació dels punts de mostreig.

Per tal que es pugui dur a terme l'anàlisi cal que els ultrasons es desin en un disc dur per a poder ésser lliurats als responsables del protocol al final de la temporada.

En cas que es vulgui dur a terme el seguiment però sense invertir en el material caldrà afegir-hi el cost del personal del projecte per anar a instal·lar i desinstal·lar el detector.

2. Metodologia del protocol de seguiment

Aquest protocol s'inspira en l'experiència de seguiment d'espècies comunes realitzada al Regne Unit (Walsh et al. 2001), per bé que la idiosincràsia local obliga a plantejar una distribució de l'esforç molt diferent, al mateix temps que les millores tecnològiques dels darrers anys permeten emprar sistemes de detecció i anàlisis molt més acurats i objectivables (Puig 2008).

Idealment s'utilitzarà com a unitat mostral la quadrícula de 10x10 km, per bé que no és un requisit imprescindible i alternativament es podrà emprar la de 1x1. Estudis recents demostren que les diferències poblacionals entre estacions de mostreig amb enregistrament continu es fan evidents quan s'empren dos o més detectors durant un mínim de quatre nits seguides (Fischer et al. 2009). Si no es disposa de dos detectors es pot senzillament canviar de posició i fer 8 nits de mostreig (Fischer et al. 2009). Es cercaran dos emplaçaments propers, separats menys entre 50 i 100 metres, i de característiques diferents (p.e. ecotò i espai obert), on es situarà el detector. Idealment aquests emplaçaments es situaran en un punt amb bona visibilitat dins de l'ambient o hàbitat que es desitja mostrejar.

L'ús del l'espai per part dels ratpenats no es produeix a l'atzar (Krusic & Neefus 1996; Bontadina et al. 2002; Almenar et al. 2006). Entre la llista d'estructures seleccionades positivament es troben tant elements propis dels sistemes naturals i dels hàbitats com elements artificials fruit de l'activitat i intervenció humana. Per evitar l'efecte que puguin tenir llums artificials, edificis i punts d'aigua d'origen antròpic (Rydell 1992; Russ & Montgomery 2002) sobre l'activitat de quiròpters, que falsejaria els anàlisis en base a hàbitats que es vulguin desenvolupar, no s'instal·laran estacions a menys de 200 metres de les esmentades estructures. En canvi, atès que contra major sigui el nombre de contactes acumulats major serà la potència de càlcul (Puig 2008), no s'evitaran els elements naturals que afavoreixen l'activitat, tals que cursos fluvials o ecotons (Krusic et al. 1996): sempre que una estació s'ubiqui en un marge de vegetació o vora una clariana forestal s'orientarà el detector cap a l'espai obert per a maximitzar les possibilitats de contactes.

Es realitzaran 4 rèpliques de cada estació durant el període reproductor, que es faran en nits consecutives, durant les quals el detector s'activarà a la posta del sol i es desactivarà a la sortida del sol.

Al recollir el detector al final de cada estació caldrà buidar la tarja CF a l'ordinador i formatar-la amb l'aplicatiu específic del detector Pettersson D500X perquè pugui emprar-se de nou. Per evitar la necessitat de tenir que portar l'aparell a l'oficina després de cada estació pot ser una bona alternativa disposar d'una tarja de recanvi.

A partir de les gravacions d'alta velocitat es realitzaran les identificacions, tal i com es descriu més detalladament a l'apartat 3.2, mitjançant el discriminant automàtic i la validació experta posterior.

Aquest protocol va sobretot dirigit a espècies fissurícoles i forestals (Flaquer et al. 2007), la identificació dels quals es considera actualment possible amb un elevat grau de confiança (Parsons & Jones 2000; Russo & Jones 2002; Obrist et al. 2004). A la *Taula 1* es detalla el llistat d'espècies susceptibles de ser estudiades amb aquest protocol.

3. Justificació tècnica del protocol de seguiment

A continuació s'ofereix una revisió més detallada de com funcionen els dos sistemes en què es basa el protocol, a saber: a) l'enregistrament dels ultrasons i b) l'anàlisi dels mateixos mitjançant un discriminant automàtic.

També es recullen les motivacions tècniques que han portat a escollir els mètodes de treball i es les principals fonts de variabilitat que podrien fer trontollar el protocol i com s'han resolt.

La bibliografia de referència utilitzada per a confegir el protocol i documentar-lo pot trobar-se al darrer apartat (Apt. 4).

3.1. Enregistrament d'activitat amb detectors

Els detectors han suposat una revolució important en els mètodes d'estudi de quiròpters (Ahlén & Baagøe 1999). Tenen, però, limitacions que s'han de conèixer i tenir en consideració en la planificació dels seguiments, així com en l'anàlisi i interpretació dels resultats (Hayes 2000). Així i tot, aquest mètode d'estudi és el més eficient en la quantificació de l'activitat de quiròpters fora dels refugis (Murray et al. 1999; O'Farrell & Gannon 1999; Ochoa et al. 2000; Flaquer et al. 2007) i per això permet monitoritzar aquelles espècies que rarament es troben en refugis.

Seguin les recomanacions de Hayes (2000) s'examinen a continuació les possibles fonts de variabilitat temporal i espacial dels mostrejos y com poden afectar la robustesa del protocol, i s'especifiquen les solucions adoptades perquè es compleixin les assumpcions inherents al mètode proposat:

1. **Capacitat de detecció.** S'assumeix que els detectors localitzen de forma fiable els ultrasons emesos pels ratpenats. Perquè així sigui, s'ha d'assegurar sempre que les bateries tenen una càrrega òptima i que els aparells funcionen (Walsh et al. 2001), per això cal sempre recarregar l'aparell amb bateries noves abans de cada estació de mostreig i testar-ne la sensibilitat cada vegada que s'instal·la al comp.
2. **Relació entre la quantitat d'ultrasons detectada i l'ús de l'hàbitat.** Diversos factors poden enterbolir la relació entre l'ús dels punts de mostreig per part dels ratpenats i l'activitat registrada:

- a. *Variacions en el camp de detecció dels detectors*, degudes a diferències de sensibilitat entre marques i models (Fenton 2000) o a la densitat d'obstacles en el camp del detector (Hayes 2000). Per què el seu efecte pugui ésser evitat o tingut en consideració, incorporant-lo com a covariables en els anàlisis, s'utilitzarà sempre el mateix model de detector (Petterson D500X) configurat amb idèntica sensibilitat, i s'haurà de categoritzar en cada cas l'estructura de l'hàbitat (obert, marge, tancat). És especialment important mostrejar amb el mateix model de detector al llarg dels anys: el seu canvi només es veurà justificat si es demostra que es milloren significativament els resultats, cas en què haurà d'estimar-se la magnitud de la millora per poder-la tenir en consideració en els anàlisis (Walsh et al. 2001).
- b. *Variació de l'activitat dins d'una mateixa nit*: per anular el seu efecte caldria idealment mostrejar tota la nit, doncs l'activitat pot ser bimodal, presentar un únic pic o bé presentar-ne tres o més (Hayes 2000). Abans de l'aparició del detector que s'empra en aquest seguiment no era assumible l'enregistrament continuat en el marc d'un protocol de seguiment, doncs el cost dels equips d'enregistrament era massa elevat. Afortunadament el present protocol permet enregistrar l'activitat de forma continuada durant tota la nit, evitant-se els problemes derivats de fer un mostreig parcial.
- c. *Variació de l'activitat entre nits*: pot ser deguda a múltiples factors, sobretot atmosfèrics, però també relacionats amb el cicle anual dels animals. Es pot reduir la seva variància mostrejant durant una part concreta del període reproductor. En aquest sentit els mostrejos es realitzen entre l'1 de juny i el 31 de juliol, en ple període reproductor, i seguint les recomanacions de Hayes (1997) es duu a terme diverses rèpliques de cada estació (quatre nits de funcionament en cada cas) que ajuda a minimitzar la variabilitat entre nits deguda a altres factors, com per exemple els climatològics. Atès que es tracta d'un seguiment realitzat de forma remota no es poden salvar els imprevistos climatològics que sorgeixen durant cada mostreig, pel que senzillament es pren nota de les condicions durant cada mostreig per a incloure-les com a covariables.
- d. *Variació de l'activitat dins de la unitat de mostreig*, deguda a la estructura dels hàbitats. En aquest sentit, atès que es plantegen les estacions de mostreig com a unitats puntuals dins d'un hàbitat particular, només afectarà en cas de voler-se valorar l'evolució de les poblacions en un hàbitat concret. En tal situació cal que es cobreixi la variància del mateix dins l'univers objecte d'estudi, i tot i que es fa difícil realitzar una estima apriorística del nombre d'unitats necessàries en cada cas (Hayes 2000) és desitjable que no sigui inferior a 3.
- e. *Variació de l'activitat en el gradient vertical*. És sabut que algunes espècies cacen a més alçada que altre, i que una part important de l'activitat pot passar desapercebuda quan es mostra únicament des del nivell del terra (Hayes 2000). Atès que l'objectiu del seguiment no és obtenir dades autoecològiques de l'ús de l'hàbitat per part de les

diferents espècies sinó avaluar les tendències poblacionals i/o realitzar comparances entre hàbitats, i atès que s'espera que aquest biaix tingui un efecte constant al llarg del temps a cada punt de mostreig, no s'estima necessari prendre mesures al respecte.

- 3. Extrapolació dels resultats obtinguts en una zona a altres de característiques similars.** Un dels objectius que es pretén assolir és el de poder predir les tendències poblacionals a nivell de principat, i per aconseguir-ho s'ha de poder assumir que els resultats obtinguts siguin extrapolables a tot el territori. Per evitar biaixos deguts a una selecció subjectiva de les unitats de mostreig aquestes s'haurien de distribuir totalment a l'atzar dins l'univers objecte d'estudi (Hayes 2000). A la pràctica, i tenint en consideració que els agents territorials interessats en la realització de seguiments (Parcs Naturals i altres ens de gestió territorial d'espais d'interès natural) no es distribueixen a l'atzar, es recomana assegurar almenys una repartició proporcional als diferents hàbitats presents al territori.
- 4. Relació entre activitat i el nombre d'animals.** No es pot saber quantes de les seqüències enregistrades en una estació corresponen a un mateix individu, i consegüentment no es pot quantificar el nombre d'individus o obtenir índexs d'abundància (paràmetres generalment utilitzat en les estimes poblacionals d'altres grups faunístics) sinó únicament índexs d'activitat (Hayes 2000). No obstant, l'esmentat índex resulta adequat per al seguiment que es planteja perquè les seves variacions reflecteixen igualment les tendències poblacionals (Walsh et al. 2001). L'índex d'activitat per a un determinat tàxon o grup fònic en aquest seguiment equival al nombre de seqüències d'un segon en què apareix dividit pel temps d'enregistrament.
- 5. Limitacions de la identificació.** Fins a data d'avui una part de les espècies europees no pot identificar-se amb seguretat més enllà que a nivell de gènere (Ahlén 1990; Vaughan 1997; Parsons & Jones 2000; Russo & Jones 2002; Obrist et al. 2004), pel que cal tenir en consideració que el protocol no ens aporta dades sobre totes les espècies. Per tal de dur a terme amb èxit la identificació dels enregistraments s'utilitza, tal i com recomanen diversos autors, un discriminant realitzat a partir de patrons obtinguts dins de l'àrea d'estudi (O'Farrell et al. 1999; Biscardi et al. 2004) al llarg dels darrers anys.

Taula 1. Possibilitats d'identificació dels ultrasons dels quiròpters catalans

Rinolòfids	Possibilitats d'identificació
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	(Sp)
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	(Sp)
<i>Rhinolophus euryale</i>	(Sp)
Vespertiliònids	
<i>Myotis capaccinii</i>	Gen
<i>Myotis daubentonii</i>	Gen
<i>Myotis nattereri</i>	(Gen)
<i>Myotis escaleraei</i>	(Gen)
<i>Myotis emarginatus</i>	Gen
<i>Myotis myotis</i>	(Gen)
<i>Myotis blythii</i>	(Gen)
<i>Myotis bechsteinii</i>	(Gen)
<i>Myotis mystacinus</i>	(Gen)
<i>Myotis alcathoe</i>	(Gen)
<i>Plecotus auritus</i>	Gen
<i>Plecotus austriacus</i>	Gen
<i>Plecotus macrobullaris</i>	Gen
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Sp
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Sp
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Sp
<i>Pipistrellus nathusii</i>	(Sp)
<i>Hypsugo savii</i>	Sp
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sp/Grup
<i>Barbastella barbastellus</i>	Sp
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	(Gen)
<i>Nyctalus leisleri</i>	Sp/Grup
<i>Nyctalus noctula</i>	(Gen)
<i>Miniopterus schreibersii</i>	(Sp)/(Grup)
molòssids	
<i>Tadarida teniotis</i>	Sp

Sp: L'espècie pot arribar a identificar-se amb una seguretat a nivell específic.

Gen: La identificació amb una fiabilitat del 100% només és possible a nivell de gènere.

Grup: La identificació amb una fiabilitat del 100% només és possible a nivell de grup acústic.

Sp/Grup: Indica que en alguns casos la identificació específica és possible i en d'altres només ho és a nivell de grup, en funció del tipus de crit emès i de la presència o no de crits socials.

(): Indica que no s'espera obtenir un volum significatiu de contactes com per a avaluar tendències a nivell de principat, degut al seu comportament (emissió d'ultrasons a molt baixa amplitud), raresa, o a ambdós factors.

3.2. Sistema d'identificació automàtica dels ultrasons

D'acord amb Parsons & Szewczak (2008) confiar amb les capacitats individuals dels analitzadors planteja tres problemes: a) les aptituds varien entre persones i per tant varien de la mateixa manera els resultats; b) pot ser molt difícil replicar estudis subjectius atès que les aptituds d'un investigador no poden replicar-se amb exactitud; i c) no es pot assignar cap grau de confiança particular a la identificació qualitativa.

Així doncs resulta imprescindible dotar als experts que duen a terme els anàlisis d'ultrasons de les eines per evitar o minimitzar l'efecte de les problemàtiques plantejades. Existeixen dues solucions: a) estandarditzar una metodologia qualitativa d'identificació, o bé desenvolupar un sistema discriminant (ja sigui mitjançant anàlisis multivariables, correlacions creuades, xarxes neurals artificials o arbres de decisió) que permetin automatitzar la determinació de les gravacions.

La base per a la construcció de qualsevol d'aquests sistemes d'identificació d'ultrasons és invariablement una llibreria exhaustiva d'enregistraments d'alta qualitat de les espècies objecte d'estudi que reflexi la variabilitat d'emissió intra i interespecífica (Biscardi et al. 2004; Parsons & Szewczak 2008) i que tingui una bona cobertura espacial. Molts autors han destacat els avantatges d'utilitzar les diverses tècniques estadístiques llistades anteriorment per a objectivar i millorar l'anàlisi d'ultrasons (Vaughan 1997; Parsons & Jones 2000; Russo & Jones 2002; Parsons & Szewczak 2008).

En aquest sentit els darrers 10 anys de feina duta a terme al llarg de tot el territori català per les entitats promotores d'aquest protocol permeten disposar d'una biblioteca dinàmica, que s'incrementa i actualitza constantment, i que cobreix la pràctica totalitat de les espècies del territori (llevat d'algunes poc freqüents i de identificació específica no possible avui per avui). És a partir d'aquesta biblioteca que s'ha pogut construir el sistema automàtic d'identificació que s'empra per aquest protocol, i que està basat en la correlació creuada dels sons recollits al camp amb els de referència.

Les identificacions que duu a terme el discriminant han de ser revisades per un expert a fi de validar-ne, especialment, les d'aquelles espècies menys comunes, per evitar falsos positius en els resultats. Així mateix, a mesura que es recullen patrons d'espècies de descoberta recent al territori català s'hi van incorporant, millorant així l'eficiència del sistema.

El fet d'utilitzar un discriminant automàtic té encara un altre avantatge: quan l'eficiència del discriminant es millora significativament es poden re-analitzar tots els enregistraments anteriors fàcilment i estandarditzar-se, per tant, tots els resultats. És per això que tots els sons obtinguts s'integren a la base de dades d'enregistraments on queden desats per a ulteriors revisions.

4. Bibliografia de referència

Ahlén, I. (1990). Identification of bats in flight. Swedish Society for Conservation of Nature.

Ahlén, I. & H. Baagøe (1999). "Use of ultrasound detectors for bat studies in Europe: experiences from field identification, surveys, and monitoring." Acta Chiropterologica **1**(2): 137-150.

Almenar, D., J. Aihartza, U. Goiti, E. Salsamendi & I. Garin (2006). "Habitat selection and spatial use by the trawling bat *Myotis capaccinii* (Bonaparte, 1837)." Acta Chiropterologica **8**(1): 157-167.

Biscardi, S., J. Orprecio, M. B. Fenton, A. Tsoar & J. M. Ratcliffe (2004). "Data, sample sizes and statistics affect the recognition of species of bats by their echolocation calls." Acta Chiropterologica **6**(2): 347-363.

Bontadina, F., H. Schofield & B. Naef-Daenzer (2002). "Radio-tracking reveals that lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*) forage in woodland." Journal of Zoology **258**: 281-290.

Fenton, M. B. (2000). "Choosing the 'correct' bat detector." Acta Chiropterologica **2**(2): 215-224.

Fischer, J., J. Stott, B. S. Law, M. D. Adams & R. I. Forrester (2009). "Designing effective habitat studies: quantifying multiple sources of variability in bat activity." Acta Chiropterologica **11**(1): 127-137.

Flaquer, C., I. Torre & A. Arrizabalaga (2007). "Comparison of sampling methods for inventory of bat communities." Journal of Mammalogy **88**(2): 526-533.

Hayes, J. P. (1997). "Temporal variation in activity of bats and the design of echolocation-monitoring studies." Journal of Mammalogy **78**(2): 514-524.

Hayes, J. P. (2000). "Assumptions and practical considerations in the design and interpretation of echolocation-monitoring studies." Acta Chiropterologica **2**(2): 225-236.

Krusic, R. A. & C. D. Neefus (1996). Habitat Associations of Bat Species in the White Mountain National Forest. Bats and Forests Symposium, October 19–21, 1995, Victoria, British Columbia, Canada. Res. Br., B.C. Min. For., Victoria, B.C. Work. Pap. 23/1996.

Krusic, R. A., M. Yamasaki, C. D. Neefus & P. J. Pekins (1996). "Bat habitat use in White Mountain National Forest." Journal of Wildlife Management **60**(3): 625-631.

Murray, K. L., E. R. Britzke, B. M. Hadley & L. W. Robbins (1999). "Surveying bat communities: a comparison between mist nets and the Anabat II bat detector system." Acta Chiropterologica **1**(1): 105-112.

O'Farrell, M. J. & W. L. Gannon (1999). "A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats." Journal of Mammalogy **80**(1): 24-30.

O'Farrell, M. J., B. W. Miller & W. L. Gannon (1999). "Qualitative identification of free-flying bats using the Anabat detector." Journal of Mammalogy **80**(1): 11-23.

Obrist, M. K., R. Boesch & P. F. Fluckiger (2004). "Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergetic pattern recognition approach." Mammalia **68**(4): 307-322.

Ochoa, J., M. J. O'Farrell & B. W. Miller (2000). "Contribution of acoustic methods to the study of insectivorous bat diversity in protected areas from northern Venezuela." Acta Chiropterologica **2**(2): 171-183.

Parsons, S. & G. Jones (2000). "Acoustic identification of twelve species of echolocating bat by discriminant function analysis and artificial neural networks." Journal of Experimental Biology **203**(17): 2641-2656.

Parsons, S. & J. M. Szewczak (2008). Detecting, recording, and analyzing the vocalizations of bats. Ecological and behavioral methods for the study of bats. Second Edition. T. H. Kunz & S. Parsons. Baltimore, Maryland, USA. In press., Johns Hopkins University Press.

Puig, X. (2008). Propuesta de protocolos para el monitoreo de murciélagos en España. . Ministerio de Medio Ambiente y SECEM. Madrid: 72 pg.

Russ, J. M. & W. I. Montgomery (2002). "Habitat associations of bats in Northern Ireland: implications for conservation." Biological Conservation **108**(1): 49-58.

Russo, D. & G. Jones (2002). "Identification of twenty-two bat species (Mammalia : Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls." Journal of Zoology **258**: 91-103.

Rydell, J. (1992). "Exploitation of Insects around Streetlamps by Bats in Sweden." Functional Ecology **6**(6): 744-750.

Vaughan, N. (1997). "Identification of British bat species by multivariate analysis of echolocation call parameters." Bioacoustics **7**: 189-207.

Walsh, A. L., C. Catto, A. M. Hutson, P. A. Racey, P. Richardson & S. Langton (2001). The UK's National Bat Monitoring Programme. Final Report 2001. Report Number CR018. Bat Conservation Trust. DEFRA Publications. London: 157 pg.