



**Universitat de les
Illes Balears**

Facultat de Ciències

Memòria del Treball de Fi de Grau

La fotoidentificació com a mètode d'estudi de poblacions d'*Hippocampus guttulatus* (Cuvier, 1829).

Maria Cristina Martorell Garcias

Grau de Biologia

Any acadèmic 2017-18

Treball tutelat per Guillem Mateu Vicens
Departament de Biologia

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	X		X	

Paraules clau del treball:
Fotoidentificació, APHIS, *Hippocampus guttulatus*

ÍNDEX

1) Resum

2) Abstract

3) Introducció

4) Objectius

5) Materials i mètodes

— Marques naturals

— Metodologia

Demostració de que les marques són permanents

Demostració de que les marques són úniques

— Fotografies

— APHIS software

— Anàlisi de dades

6) Resultats

— a) Demostració de que les marques són permanents

— b) Demostració de que les marques són úniques

— c) APHIS

7) Discussió

— Canvis en el temps i individualitat de les marques

— APHIS

8) Conclusions

9) Agraïments

10) Taules adjuntes

11) Referències

1) Resum

L'estudi individual dels organismes que formen una població és molt important per conèixer l'estat en el que aquesta es troba. Les tècniques més habituals per obtenir informació d'una població són les de captura-marcatge-recaptura (CMR). Per poder estudiar els animals d'un a un és imprescindible reconèixer-los, i les tècniques més comunes per dur a terme el reconeixement impliquen el marcatge artificial i relativament invasiu dels individus abans de tornar-los a alliberar. Però hi ha mètodes no invasius que es poden utilitzar per realitzar estudis de CMR. Aquests són mètodes de fotoidentificació, els quals adquireixen gran importància a l'hora d'eliminar la manipulació i els seus possibles efectes negatius. Moltes espècies presenten marques naturals que permeten la comparació i diferenciació entre individus. Hi ha molts softwares informàtics que fan possible la comparació d'aquestes marques a partir de fotografies.

El present treball pretén validar la fotoidentificació, mitjançant el software gratuït "Automatic Photo Identification Suite" (APHIS), com a metodologia vàlida per estudiar poblacions d'*Hippocampus guttulatus*. Aquest cavallet de mar, present al mar mediterrani, es troba catalogat com espècie amb dades insuficients (DD) i espècie en règim de protecció especial. Per validar aquest mètode per permetre obtenir més informació d'aquesta espècie, s'estudien dos grups d'individus (control i salvatge) per poder demostrar que les marques escollides són permanents i individuals. Es realitzen dues metodologies per diferenciar els cavallets segons les marques dels seus opercles, Spots Pattern Matching (SPM) i Image template matching (ITM). Ambdues metodologies mostren bons resultats, afirmant l'hipòtesis de que es possible utilitzar aquest mètode amb *H.guttulatus*, tot i que la metodologia ITM mostra facilitats per l'operador que es veuen reflectides amb reduccions del temps de treball.

2) Abstract

The study of the organisms that form a population is important to know about how it is made up, for example how many males, females that contribute to the population status. One of the most common techniques to obtain information about a population is the capture-mark-recapture (CMR) technics. In order to study animals one by one, it is important to have a method that allows you to successfully recognise the same subject repeatedly. The most common technique to carry out this recognition involves the artificial and relatively invasive marking of individuals before releasing them again. But there are non-invasive methods that can be used to carry out CMR studies. These are methods of photo identification, which acquire great importance in eliminating manipulation and its possible negative effects. Many species present natural marks that allow the comparison and differentiation between individuals. There are many computer softwares that make possible to compare these marks in photographs.

This paper aims to validate photo-identification through the free "Automatic Photo Identification Suite" software (APHIS), as a valid methodology for studying populations of *Hippocampus guttulatus*. This seahorse, present in the Mediterranean Sea, is cataloged as a deficient data specie (DD) and also as an species in special regime of protection. To validate this method and be able to know more about this species, two groups of individuals (control and wild) are studied to be able to show that the chosen marks are permanent and different in each subject. Two methodologies are used to differentiate seahorses according to the

marks of their cheeks, Spots Pattern Matching (SPM) and Image template matching (ITM). Both methodologies show good results, supporting the initial hypothesis that it is possible to use this method with *H. guttulatus*, although the ITM methodology shows facilities for the operator that are reflected with reductions of working time.

3) Introducció

Dins un ecosistema trobam individus de diverses espècies que interactuen entre ells i amb el medi que els envolta. Els individus d'una mateixa espècie s'estructuren i es relacionen entre sí formant poblacions d'organismes de diferent edat i sexe. La dinàmica d'aquestes poblacions determina al llarg del temps la distribució i expansió o regressió de les espècies. A l'hora d'estudiar una espècie, és imprescindible poder estimar la mida de la població, quines són les classes d'edat i els percentatges de cadascun dels sexes. Aquesta informació permet a estimar paràmetres tals com les taxes de mortalitat o natalitat, de migració i fins hi tot diferenciar-los per sexes o edats, el que permet conèixer de forma més precisa l'estat de conservació en la qual es troba aquella espècie.

Hi ha diverses metodologies per recollir informació sobre els individus d'una població. Una de les més emprades és la de captura-marcatge-recaptura. En aquest procés primer es capturen els individus, es marquen de forma que puguin ser reconeguts, i després són alliberats de nou. Si els individus marcats tornen a ser capturats, són reconeguts gràcies a la marca realitzada (Murray & Fuller, 2000). Tenint en compte que els individus marcats es redistribueixen a l'atzar i de forma homogènia, la relació entre els individus capturats i recapturats (amb marca) és directament proporcional a la relació entre la mida de la població i els individus marcats a l'inici. Així es pot obtenir una gran quantitat d'informació com per exemple sobre migracions, taxes de supervivència o mortalitat.

Cada espècie es pot marcar de diverses maneres tot i que s'intenta estandarditzar. S'estableix un protocol, un codi per poder classificar i reconèixer posteriorment el marcatge a cada espècimen. Per exemple a les aus se les sol marcar amb una anella d'alumini a una pota (Marion & Shamis, 1977), es poden fer petits talls a certes escates de rèptils (Pinya, 2011), es poden col·locar collarets (Caldwell et al. 2011) o fins i tot se'ls pot marcar internament amb elastòmers (Penney, et al 2001). Aquestes tècniques de marcatge normalment intenten causar el menor impacte possible a l'individu, no fer variar el seu comportament, o la seva taxa de reproducció o supervivència, ja que es volen obtenir resultats fiables de l'espècie (Murray and Fuller, 2000). Malauradament moltes vegades aquests objectius no s'aconsegueixen, i s'acaba obtenint informació d'una població d'animals que s'ha vist afectada per la interacció amb l'home. Bons exemples en són tècniques com el "toe clipping", metodologia per la qual es tallaven parts concretes dels dits de certs tipus de llangardaixos per reconèixer-los posteriorment, que s'ha demostrat que pot tenir efectes negatius sobre els individus marcats (Clarke, 1972). Un altre cas en serien les infeccions de ferides degudes a les anelles d'alumini, la reducció de la taxa d'aparellament o l'increment de la depredació degut al seu color (Zuberogoitia et al., 2012; Calvo & Furness, 1992).

Hi ha altres inconvenients que poden presentar algunes tècniques de marcatge. Si una de les marques artificials col·locades es desprèn de l'individu i aquest és recapturat, llavors és

considerat com una nova captura, per tant pot induir errors numèrics als paràmetres d'estudi (Petit & Valiere, 2006). Marcatges per anellament o collarets presenten certes limitacions, l'individu marcat ha d'esser adult, sinó al llarg del temps l'animal creix i la marca li pot produir perjudicis (Gosselin et al., 2007; Chilvers & MacKenzie, 2010). Fins hi tot quan es marquen individus adults, hi ha riscos front a que les anelles produeixin una ferida a l'animal que es pot infectar perjudicant-lo de forma severa. A més certes metodologies de marcatge són intrusives (talls a la pell o closca, introducció d'elastòmers a la pell) i poden produir infeccions secundàries i creixement anormal de l'individu (Clarke, 1972).

Degut a n'aquests possibles inconvenients, una alternativa que es troba en alça és la d'utilitzar marques naturals per dur a terme la identificació. Aquest mètode, es basa en el fet que moltes espècies presenten taques, coloracions, formes o marques úniques a certes parts del seu cos, que si es comparen entre els individus de la població, resulten ser úniques per cada individu. La fotoidentificació és una tècnica que permet comparar els individus mitjançant la captura fotogràfica d'un patró o marca diferenciadora. S'analitzen fotografies d'una zona del cos concreta dels animals per recollir informació sobre els individus mitjançant paquets de software informàtics (Kitchen-Wheeler, 2010; Moya et al., 2015). Aquesta tècnica no invasiva, pot evitar o reduir la manipulació de l'animal, minimitzant així el seu estrès i possibles efectes perjudicials del marcatge artificial.

Avui dia ja s'han duit a terme molts estudis per validar la fotoidentificació a partir de marques naturals. S'han realitzat a grups d'espècies molt diferents: mamífers (Langtimm et al., 2004), rèptils (Dunbar et al., 2014; Nair, 2012), amfibis (Pinya & Pérez Mellado, 2009), peixos (Bansemer & Bennett, 2008; Dudgeon et al., 2008), i fins i tot invertebrats (Díaz-Calafat et al., 2018). Hi ha exemples molt diversos respecte a la zona i taca de comparació: marques a la pell (Kitchen-Wheeler, 2010), coloració del pelatge (Kelly, 2001), la disposició de les escates (Nair, 2012; Knox et al., 2013), el relleu d'una aleta (Kniest et al., 2010), etc.

Els estudis poblacionals sobretot d'espècies marines impliquen una major dificultat logística i econòmica front la captura i marcatge d'espècies terrestres. A la mar, els marcatges artificials tendeixen a curar de forma inapropiada degut al medi humit, i s'han vist casos on produeixen complicacions greus pels individus (Dugger, K et al 2006; Broderick & Godley.(1999)). Per això, de cara a l'estudi d'espècies de peixos, rèptils i mamífers marins s'han intentat utilitzar les tècniques de fotoidentificació. Exemples remarcables en són els estudis de cetacis (Beekmans et al., 2005;), tortugues (Schofield, et al 2008; Jean, et al 2010), i espècies de peixos tals com *Manta alfredi* (Kitchen-Wheeler, 2010) i *Stegostoma fasciatum* (Dudgeon et al., 2008).

Un grup de peixos que ha mostrat particulars problemes de marcatge degut a la seva morfologia i etologia és el dels signàtids (Caldwell et al., 2011; Woods, 2005). Dins la família dels signàtids trobam els cavallets de mar, podem trobar fins a 40 espècies de cavallet de mar arreu del món, distribuïdes per aigües tropicals, subtropicals i temperades (Lourie, 2016). Durant els darrers anys s'han duit a terme estudis de captura-marcatge-recaptura amb moltes espècies de signàtids (Woods & Martin-Smith, 2004; Curtis & Vincent, 2006) i algunes de les metodologies de marcatge han mostrat certs desavantatges pels individus marcats. Problemes veterinaris deguts a l'estrès per manipulació o infeccions veterinàries (Morgan & Bull, 2005), per exemple la irritació cutània severa deguda al marcatge subcutani per pintura acrílica (Caldwell et al., 2011). Per això, s'han intentat

trobar mètodes d'identificació no invasiva per reconeixement de marques en algunes de les seves espècies. Exemples en els dragons de mar *Phyllopteryx taeniolatus* (Martin-Smith, 2011); en els peixos pipa, *Sygnathus abaster* (Silva et al., 2010) i espècies similars a les presents al Mediterrani tals com *Hippocampus reidi* (Freret-Meurer, et al 2013).

Al mar Mediterrani s'han descrit dues espècies de cavallet de mar (Ballesteros & Llobet, 2015; Lourie, 2016): *Hippocampus guttulatus* (Cuvier, 1829) i *Hippocampus hippocampus* (Linnaeus, 1758). Tot i que la seva fisiologia i etologia ha estat molt estudiada, encara hi ha molts factors de la seva població que estan per descobrir. De fet, es troben al llistat vermell de la UICN (Apendix II de la convenció internacional del 2002) classificades com espècie amb dades insuficients (DD); i per altra banda, també estan llistades al Catàleg d'Espècies Amenaçades de les Illes Balears com espècies en regim de protecció especial (Llistat RD 139/2011).

El present treball pretén validar el mètode de la fotoidentificació en cavallets de mar mitjançant la comparació d'imatges amb el software gratuït "Automatic Photo Identification Suite" (APHIS)(Moya et al., 2015). Aquest software fou creat inicialment per fotoidentificar espècies de llargardaix (Sacchi et al., 2007). Però ha estat utilitzat posteriorment amb espècies de rèptils, amfibis, invertebrats... (Pinya & Pérez Mellado, 2009; Díaz-Calafat et al., 2018)). L'espècie d'estudi és *Hippocampus guttulatus*, concretament els individus presents a les costes de les Illes Balears. La zona corporal de l'animal amb la qual es va pretendre dur a terme la comparació entre individus és de part de l'opercle.

Aquesta espècie com la resta de cavallets de mar presenta boca tubular succionadora, dos ulls amb mobilitat independent, absència d'escates i una natació vertical (Planas, 2011). Presenta dimorfisme sexual marcat sobretot durant la temporada reproductora gràcies al característic sac ovopositor present als mascles. Es diferencia de *H. hippocampus*, sobretot per la llargària del morro i per la corpulència del seu cos, *H. hippocampus* presenta un morro més curt i cossos més prims. A més *H. guttulatus* presenta protuberàncies cutànies damunt el cap anomenades comunament com cabelleres o crins (Lourie, 2016). Aquestes protuberàncies li confereixen una gran capacitat per mimetitzar-se al seu ambient, el qual fa difícil el seu avistament i observació. Se'ls pot trobar tant a zones arenoses on hi hagi fanaerògames marines, com zones rocoses amb algues; presenten preferències per zones on hi hagi vegetació (Lourie, 2016).

H. guttulatus ha estat estudiada amb metodologies de captura-marcatge-recaptura (Curtis & Vincent, 2006; Caldwell et al. 2011) i s'han vist canvis temporals en el comportament dels individus marcats que podrien implicar desavantatges a individus salvatges. La natació es veia afectada durant varies hores, els individus quedaven en posició encongida de durant un temps significativament major als animals control (Woods & Martin-Smith, 2004). Per això, la validació d'aquesta metodologia basada en la fotoidentificació pot oferir la possibilitat de l'estudi de poblacions d'aquesta espècie evitant les complicacions associades a altres tècniques.

4) Objectius

Objectiu general:

- Validar el mètode de fotoidentificació mitjançant el software APHIS a cavallets de mar *Hippocampus guttulatus*, per establir la seva possible aplicació per a estimar les poblacions salvatges.

Objectius específics

Per poder validar el mètode és necessari comprovar que existeixen marques naturals individuals a n'aquesta espècie animal. I en cas que es confirmi, s'ha de comprovar que les marques escollides són permanents i no canvien amb el temps per tal de que no es puguin confondre els individus. Per tant, els dos objectius específics són:

- Demostració de què les marques són úniques.
- Demostració de què les marques escollides són permanents.

5) Material i mètodes:

Marques naturals

Per poder validar el mètode de fotoidentificació mitjançant les marques naturals de l'espècie és necessari tenir en compte dos factors.

El primer és la zona de comparació escollida. És important que la zona de comparació sigui una zona que no pugui mostrar perturbacions degut al cicle vital o l'etologia de l'espècie d'estudi. És a dir, per exemple *H.guttulatus* presenta les prolongacions al cap (figura 1), però un individu es pot veure atacat per un depredador, i que aquest li rompi una o diverses de les prolongacions durant l'atac. Podria ser que l'individu sobrevisques, per tant les prolongacions presentaran canvis que podran induir errors a la metodologia.



Figura 1. Prolongacions cutànies que formen la cabellera a un individu salvatge.

Per altra banda, el segon factor que és important tenir en compte és la permanència de les marques naturals i que no mostrin canvis durant el temps, ja que la pertorbació o desaparició d'una marca podria induir a error. Per exemple es podrien considerar com individus diferents a un mateix individu recapturat en un període de temps llarg. Per altra banda es sabut que els cavallets de mar poden canviar de coloració depenent de certs estímuls (Qin et al., 2012), per tant no es podria agafar com a referència el seu color per identificar-los sense córrer riscos metodològics.

És important que aquestes marques presentin diferències entre els individus, que les marques de cada individu siguin úniques, perquè sinó la captura de dos individus amb la mateixa marca podria induir a error, podríem pensar que és un mateix individu.

Es va decidir que la zona corporal d'estudi seria l'opercle de l'animal, ja que la pertorbació d'aquesta àrea degut a la depredació i la supervivència de l'individu no eren compatibles. Es decidí que es compararien les taques blanques intermitents que presenten els individus arreu del cos de forma natural (Lourie, 2016). Els primers dies de l'experiment es va comprovar al grup control que aquestes eren permanents tot i que l'animal canvia de color davant diferents lluminositats o estats anímics.

Una vegada escollida la zona de comparació fou necessari dur a terme dues demostracions per separat respecte a la naturalesa de les marques:

- a) Per demostrar que les marques naturals escollides no canvien amb el temps es dugué a terme un estudi de seguiment amb una població controlada.
- b) Per demostrar que tots els individus presenten marques diferents es compararen les marques de tots els individus salvatges possibles.

Metodologia

a) Demostració de que les marques són permanents

El grup control comptava amb 9 exemplars de *H.guttulatus*, aquests es trobaven dins un aquari de 60x70x55cm, al centre Palmaacuarium.

Cada dia de captura es realitzaven diverses fotografies dels dos costats de la cara de tots els cavallets possibles i se n'emmagatzemaven dues de cada individu (una de cada costat del cap) amb la data de captura. Es va utilitzar una càmera Canon D12. Es dugueren a terme 4 captures dins un període de deu mesos de diferència entre el primer mostreig i el darrer. Una vegada recollides les fotografies es duia a terme la comparació de les marques mitjançant el software APHIS.

b) Demostració de que les marques són úniques

Per poder demostrar que les marques són individuals es van intentar recopilar totes les fotografies possibles d'individus salvatges de les costes de l'illa de Mallorca. Per aquest motiu es demanà la col·laboració ciutadana de bussejadors fotogràfs d'arreu de l'illa contactant amb diversos centres de busseig. Les fotografies emmagatzemades inicialment

foren totes aquelles de les que es tengues constància de la localització o zona de busseig i que estiguessin datades (dd/mm/aa de la trobada).

Així un individu que es considerés recapturat degut a la disposició de les seves marques hauria de mostrar una mateixa localitat a totes les seves captures. Aquesta afirmació es deu a que aquests animals no tenen la capacitat de desplaçar-se a grans distàncies per la seva capacitat de natació (Lourie, 2016). De forma que si les fotografies comparades mostraven resultats incoherents, es podria determinar que les marques no eren úniques.

Fotografies

Les fotografies foren emmagatzemades primerament segons les dates de captura i la localització on es trobaren els individus. De cada dia de captura es va escollir la fotografia més adient de cada un dels individus trobats. És a dir, una fotografia per individu per dia. Les definides com a fotografies adients eren les fotografies de major qualitat i tamany, que mostrassin a més el perfil del cap de l'animal, és a dir que mostrassin amb claredat la zona de l'opercle de cada individu i de cada costat del cap.

Una vegada escollides les fotografies més adients per la comparació de les marques, es separaren segons el costat del cap que mostrassin, conservant la data de captura (per ser comparades de forma independent). Les fotografies dels individus salvatges i control es tractaren i compararen per separat amb la fi de que els seus propòsits fossin diferenciats adequadament.

APHIS software

El programa APHIS és capaç de comparar lots de cents d'imatges a partir d'unes referències concretes introduïdes manualment per l'investigador. L'operador pot escollir entre dos procediments diferents: Spots Pattern Matching (SPM) i Image template matching (ITM) en funció del grau d'interacció que es vulgui establir entre l'operador i l'ordinador. (Moya et al., 2015). Al nostre cas es va decidir que s'utilitzarien per separat els dos procediments per poder comparar els resultats obtinguts.

El primer procediment necessita de l'interacció més activa de l'operador (Spots Pattern Matching, SPM). S'han de marcar de forma sistemàtica totes les taques que es vulguin comparar dins una zona delimitada per tres punts. És a dir, es marquen tres punts de referència per delimitar la zona i totes les taques naturals dels individus que hi hagi a dintre han de ser referenciades de forma ordenada, precisa i clara.

Primer es va decidir que els tres punts per delimitar la zona serien: el començament i l'acabament de l'opercle i la zona posterior a l'ull. (Veure figura 2).

Després s'analitzaren totes les marques dels individus i es va descriure la metodologia de marcatge per referenciar cada tipus de marca. Així per exemple, una taca natural circular es marcaria amb un sol punt de referència al centre; en canvi una taca lineal es marcaria amb dos punts de referència, un al començament i l'altre a l'acabament. A més de seguir aquests codis, totes les taques són marcades sistemàticament per ordre d'esquerra a dreta d'adalt a abaix. (Veure Taula adjunta 1 amb el sistema de marcatge descrit per cada taca).

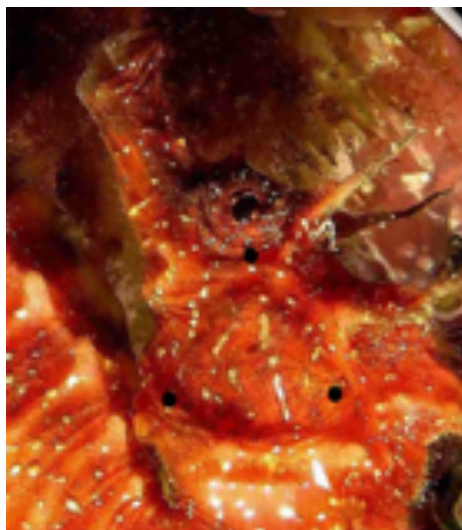


Figura 2. Individu salvatge amb les referències de delimitació de la zona on es marquen les taques.

El segon procediment, Image template matching (ITM), compara les fotografies a partir dels píxels que presenten dins un rang que ha de seleccionar prèviament l'operador. El programa necessita dos punts de referència per delimitar la zona de comparació. Aquests dos punts de referència han de poder ser marcats per qualsevol operador de forma objectiva, per tant van de ser fixats prèviament a l'estudi. Es va decidir que s'utilitzarien dos patrons de marcatge per poder comprovar quin era més eficient. El primer patró fou marcant el començament i acabament de l'opercle (figura 3a) i el segon patró fou agafant com a referència la part més basal de la primera antena i l'espina de la galta (figura 3b).

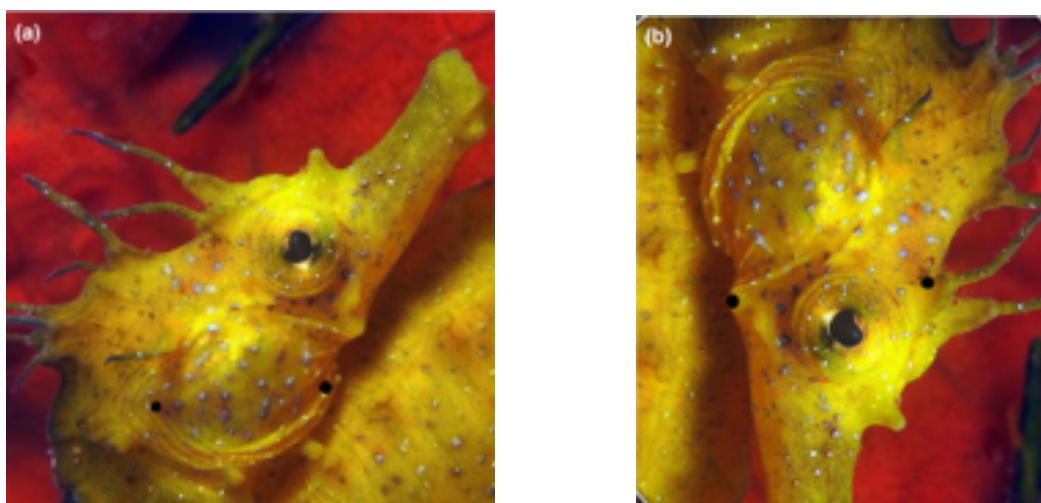


Figura 3. Exemplar d'*Hippocampus guttulatus* amb les marques de referència en negre dels dos procediments APHIS.

En ambdós casos el software, una vegada marcats els punts de referència, compara les imatges dels diferents lots de fotografies. Cada lot va ser definit com una data de captura i es van anar emmagatzemant les imatges de tots els lots formant una base de dades. Una vegada comparades les imatges, el programa ordena les primeres cent imatges segons les semblances que tinguin amb la que es vol comparar, és a dir, produeix un llistat de les cent imatges que més s'assemblen de la base de dades a la que es vol comparar amb un ordre decreixent de semblança. L'operador una vegada té al seu abast el llistat és capaç de visualitzar les dues fotografies, la que es vol comparar i la que ell decideix del llistat d'APHIS. (Figura 4)



Figura 4. Captura de pantalla del programa APHIS (Procediment ITM) Recaptura d'individu salvatge en primera posició. Fotografies del 4 i 28 de Setembre del 2016, 24 dies de diferència entre captures.

Una vegada visualitza les fotografies és l'operador qui s'encarrega d'escollir quina d'elles coincideix amb un individu capturat anteriorment o si no coincideix amb cap, és a dir, decideix si és una recaptura o un nou individu. (Figura 5)

En el cas de ser una recaptura, hi ha dos valors a tenir en compte, el primer és la posició del llistat en la qual APHIS havia col·locat l'imatge del banc de dades coincident i el segon és un valor numèric (Figura 5). Aquest valor numèric és un coeficient de similitud que calcula el programa APHIS (Moya et al., 2015).

Així les imatges van ser introduïdes per ordre de captura al software APHIS, es dugueren a terme les dues metodologies comentades anteriorment per separat i cada vegada que es trobava una coincidència, és a dir una recaptura, s'anotaven la posició del llistat i el valor del coeficient de similitud.

Els coeficients de similitud són diferents als dos procediments. Els valors a la metodologia ITM representen similitud directa, com major és el valor més s'assemblen les dues fotografies comparades. En canvi amb la metodologia SPM és un valor de similitud inversa, és a dir, com més baix és el valor més s'assemblen les fotografies.

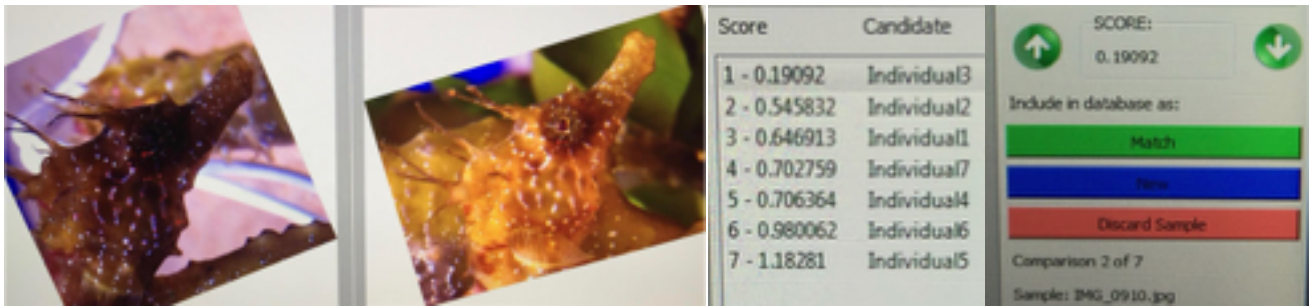


Figura 5. Captures de pantalla del programa APHIS (Procediment SPM). Recaptura d'individu control en primera posició. Fotografies del 17 de Maig 2017 i 5 de Desembre del 2017, aproximadament vuit mesos de diferència entre captures. Llistat APHIS amb els coeficients de similaritat inversa. Panell de decisió per l'operador recaptura/ nou individu.

Es tengueren en consideració totes les posicions i coeficients de similaritat, i es marcaren com bones comparacions aquelles que es trobassin dins les cinc primeres imatges del llistat d'APHIS. També es consideraren com acceptables totes les recaptures que es trobassin dins les deu primeres posicions del llistat per poder analitzar l'eficiència de cada metodologia. Tot i que cal remarcar que el fet de que la posició del llistat sigui major no implica que el programa no reconegui l'individu, sinó que el reconeix de forma menys eficient degut a característiques de la imatge o a individus amb taques similars.

Anàlisi de dades

Una vegada anotats tots els valors de similaritat d'APHIS i totes les posicions de recaptura es va calcular l'eficiència de cada grup, metodologia i costat de l'operacle per separat. També es va fer una mitjana dels valors de similaritat i es va calcular la seva desviació estandard. (Taula 1). A més es va dur a terme un anàlisi estadístic mitjançant el test de la chi-quadrat (χ^2) per comprovar si hi havia diferències significatives entre les metodologies dutes a terme a cada costat de la cara per separat (Taula 2). Finalment, del grup salvatge, es va comprovar als casos de recaptura si la localització del primer mostreig de l'individu es corresponia amb la del segon.

6) Resultats

a) Demostració de que les marques són permanents

Es recolliren un total de 39 fotografies d'individus control, de les quals 21 foren recaptures. Les captures foren el 4 de Maig, 6 d'Octubre i 5 de Desembre del 2017, i 15 de Febrer del 2018. Es tengueren fins a 3 recaptures d'un mateix individu, mostrant posicions al llistat APHIS bones dels dos costats (d'entre les 5 primeres). (Veure figura 6).

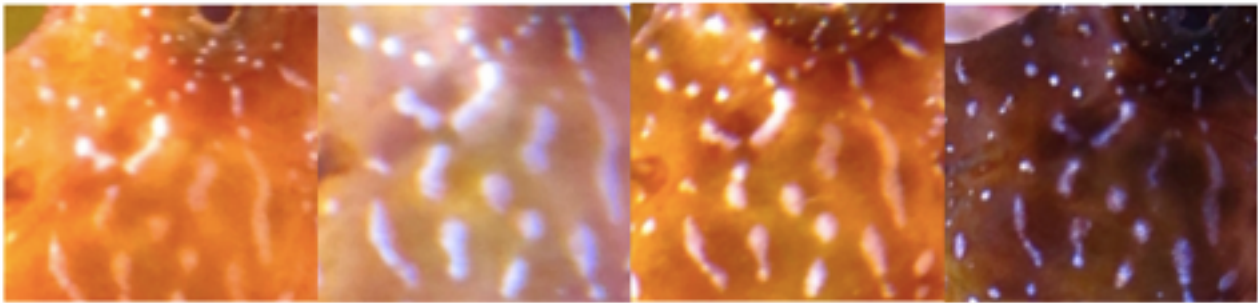


Figura 6. Recaptures APHIS ordenades per data de captura de l'individu nº3 del grup Control- Costat Dret.

Durant l'estudi un dels individus del grup control (individu nº7) va morir per causes naturals, no es va relacionar la seva mort amb l'estudi degut a que va ser durant el període d'entre mostrejos, allunyat de les captures fotogràfiques. Els professionals del centre Palmaacuarium van realitzar una fotografia post-mortem de l'animal fora de l'aigua i es va acceptar com a darrera recaptura de l'individu.

b) Demostració de que les marques són úniques

Es recolliren un total de 68 fotografies d'individus salvatges, 35 de les quals foren recaptures, gràcies a la col·laboració d'onze bussejadors. Es reconegueren un total de 18 individus de perfil esquerra, i 16 del perfil dret. El període de mostrejos utilitzat fou del 15 Juliol del 2012 al 25 octubre del 2017. Es tengueren fins a 5 recaptures d'un mateix individu del costat esquerra, les captures mostraven quasi dos anys de diferència (Figura 7). Aquestes mostraven posicions al llistat APHIS bones (d'entre les 5 primeres) amb les referències de l'opercle i acceptables (d'entre les 10 primeres) amb les referències de la mandíbula.

La localització de la zona de busseig de cada una de les recaptures va ser comprovada i la seva totalitat va ser coincident, no hi va haver cap cas d'anomalia.

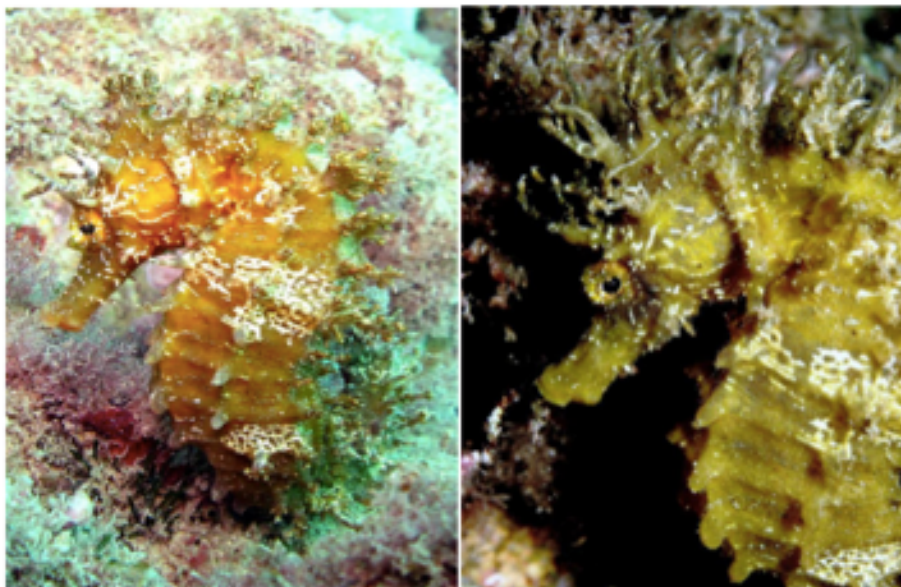


Figura 7. Fotografies de la primera i darrera captura (15 de Juliol del 2012 a l'esquerra, 14 Març del 2014 a la dreta) de l'individu nº1 del grup salvatge—Costat Esquerra.

c) APHIS

Taula 1a— Percentatges d'eficiència amb les diferents metodologies de captura, per les diferents metodologies i costats de la cara del grup control (A la segona casella: mitjana \pm desviació estàndard / valors extrems / n° de recaptures).

	SPM		ITM			
	Opercle Dret	Opercle Esquerra	Opercle Dret	Opercle Esquerra	Mandíbula Dret	Mandíbula Esquerra
	0,34 \pm 0,18 (0,15- 0,75) n=11	0,49 \pm 0,19 (0,29-0,89) n=9	3,59 \pm 1,18 (1,83-5) n=11	2,84 \pm 1,14 (0,93-4,73) n=10	3,43 \pm 1,1 (2,08-5,19) n=11	2,78 \pm 0,75 (1,60-4,28) n=10
Posició 1-5	90,90%	100%	90,90%	80%	100%	70%
Posició >5	9,10%	0%	9,10%	20%	0%	30%
Posició 1-10	100%	100%	100%	90%	100%	100%
Posició >10	0%	0%	0%	10%	0%	0%

Considerant com a bones les fotografies posicionades entre la primera i la cinquena opció del llistat d'APHIS, es van obtenir: a partir de les referències de l'opercle, eficiències que oscil·laven entre el 80 i el 100%; i amb les referències de la mandíbula, d'entre el 70-100%. Totes les fotografies excepte una entraren dins la categoria de posicions acceptables, cal remarcar que la fotografia que va sortir amb posició superior era la fotografia post-mortem de l'individu n°7 que va morir setmanes abans del darrer mostreig, i va mostrar una posició 14 al llistat APHIS.

Taula 1b— Percentatges d'eficiència amb les diferents metodologies de captura, per les diferents metodologies i costats de la cara del grup salvatge (A la segona casella: mitjana \pm desviació estàndard / valors extrems / n° de recaptures).

	SPM		ITM			
	Opercle Dret	Opercle Esquerra	Opercle Dret	Opercle Esquerra	Mandíbula Dret	Mandíbula Esquerra
	0,21 \pm 0,13 0,06-0,50 n=14	0,20 \pm 0,10 0,08-0,44 n=23	2,71 \pm 0,96 1,15-5,02 n=14	3,37 \pm 0,89 1,93-4,88 n=21	2,54 \pm 0,92 1,45-4,54 n=14	2,83 \pm 0,68 1,99-4,68 n=21
Posició 1-5	95,65%	92,86%	100%	100%	78,60%	66,67%
Posició >5	4,35%	7,14%	0%	0%	21,40%	33,33%
Posició 1-10	100%	92,86%	100%	100%	92,90%	90,48%
Posició >10	0%	7,14%	0%	0%	7,10%	9,52%

Considerant com a bones les fotografies posicionades entre la primera i la cinquena opció del llistat d'APHIS es van obtenir: a partir de les referències de l'opercle s'obteniren eficiències que oscil·laven entre el 95.65 i el 100%; i amb les referències de la mandíbula d'entre el 66.67-78.60%. Tres fotografies en total mostraren una posició major a deu, una mateixa fotografia mitjançant la metodologia SPM i ITM de l'opercle i dues processades amb les referències de la mandíbula.

Taula 2 — Matrius de valors X^2 del costat esquerra (E) i del costat dret (D). Comparacions entre individus salvatges (S) i control (C); respecte les referències de l'opercle (O) i la mandíbula (M) amb les diferents metodologies d'estudi (SPM/ ITM).

	SPM C - E/O	ITM C- E/O	ITM C- E/M	SPM S- E/O	ITM S- E/O	ITM S- E/M		SPM C - D/O	ITM C- D/O	ITM C- D/M	SPM S- D/O	ITM S- D/O	ITM S- D/M
SPM C -E/O		5	—	1,02	0	12,02	SPM C -D/O		1,66	—	1,02	0,83	6,31
ITM C-E/O			14	6,02	5	17,02	ITM C-D/O			0,82	1,02	0,83	5,91
ITM C-E/M				10,02	9	21,02	ITM C-D/M				0,19	0	5,08
SPM S-E/O					1,02	13,03	SPM S-D/O					0,19	5,27
ITM S-E/O						12,02	ITM S-D/O						5,08
ITM S-E/M							ITM S-D/M						

**Les comparacions marcades amb groc són les que presenten diferències significatives entre les dues metodologies amb un valor de confiança del 0.05.

De les comparacions duites a terme amb les fotografies del costat esquerra, onze presenten diferències significatives, de les quals set corresponen a la metodologia ITM amb referències de la mandíbula. Per altra banda les comparacions del costat dret presenten només cinc diferències significatives, les quals totes relacionen la metodologia ITM amb referències de la mandíbula.

7) Discussió

Canvis en el temps i individualitat de les marques

Primer de tot, respecte a la permanència de les marques estudiades, cap dels individus del grup control han presentat canvis al llarg dels deu mesos d'estudi, tots ells han mostrat recaptures, i fins hi tot hi ha diversos exemplars, dels quals hi ha hagut recaptures a tots els mostreigs.

Remarcar l'eficiència del programa APHIS, del que parlarem més endavant, per reconèixer els individus tot i que no totes les fotografies presentassin gran qualitat per fer la comparació. De fet, es va incloure una fotografia d'un dels individus post-mortem de fora de

l'aigua i el programa, tot i presentar certes dificultats (posició del llistat major que en les fotografies dels animals vius dins l'aigua), va reconèixer la fotografia i es va poder relacionar amb l'individu.

Per altra banda a la individualitat de les marques s'han vist i comprovat una gran varietat i quantitat de combinacions a les formes de les marques naturals d'aquesta espècie. De les 37 recaptures totals cap va mostrar anomalies respecte a la possibilitat de trobar dos individus a diferents localitats amb marques iguals o semblants.

APHIS

El programa APHIS no havia estat utilitzat prèviament amb cap espècie de signàtid, però ha mostrat resultats positius amb ambdues metodologies, similars als valors mitjans obtinguts a estudis fets a altres grups animals (Diaz-Calafat, et al. 2018). La metodologia ITM mostra diferències significatives entre les dues zones d'estudi (taula 2). Es veuen eficiències majors al 95% amb les referències de l'opercle i majors al 66% amb les referències de la mandíbula. La metodologia SPM mostra eficiències totals majors al 90%. Tot i que ambdues metodologies mostren bons resultats, cal remarcar que la metodologia ITM implica un menor esforç i temps de treball. Un dels beneficis d'aquesta opció i de la metodologia descrita en aquest treball en general, es que no és necessària una gran quantitat de treballadors per a dur a terme l'estudi de la població. Un sol operador és capaç de comparar i analitzar les fotografies una vegada obtingudes.

Respecte els dos tipus de marcatges de referència, el que presenta millors resultats es el dels dos punts, al principi i final de l'opercle (Veure figura 3a). Cal remarcar que als casos on no mostraven bones posicions al llistat APHIS, es podien observar clarament peculiaritats a les fotografies. Per exemple, la col·locació del cap de l'animal o la posició de la galta de l'animal degut a la respiració. Aquests animals quan deixen passar l'aigua per les cavitats bucals per alimentar-se o respirar mouen l'opercle (Lourie, 2016), fent més difícil el reconeixement dels dos punts exactes de referència. Aquest factor es va comentar als fotògrafs perquè realitzessin més d'una fotografia a cada costat dels següents individus. Així l'operador pot escollir a quina fotografia es veu més clarament l'opercle i les posicions mostren millores en l'eficiència.

Per altra banda comentar que, probablement les referències relacionades amb la mandíbula mostraren pitjors valors de reconeixement degut a que la base de l'antena, un dels punts de referència, es veia afectada per la posició de les protuberàncies del cap de l'animal.

Els mètodes de fotoidentificació a través de softwares informàtics ja s'havien intentat aplicar anteriorment amb altres espècies de cavallet de mar. *Hippocampus reidi* és una espècie típica de les costes del Brasil amb la qual es realitzen estudis identificant individualment els cavallets a través de la comparació de la coroneta (Freret-Meurer & Andreatta, 2008; Freret-Meurer et al., 2012), estructura cutània que presenten al damunt del cap (veure figura 9). Per realitzar les fotografies es capturen els individus, i han d'esser manipulats per poder col·locar-los adequadament i fer-la amb la base de la coroneta amb un angle pla (Freret-Meurer et al., 2013). Per tant el procediment que es duu a terme per fer les fotografies es contradictori amb el propòsit d'aquests tipus de metodologies, evitar l'efecte negatiu de la manipulació dels individus.

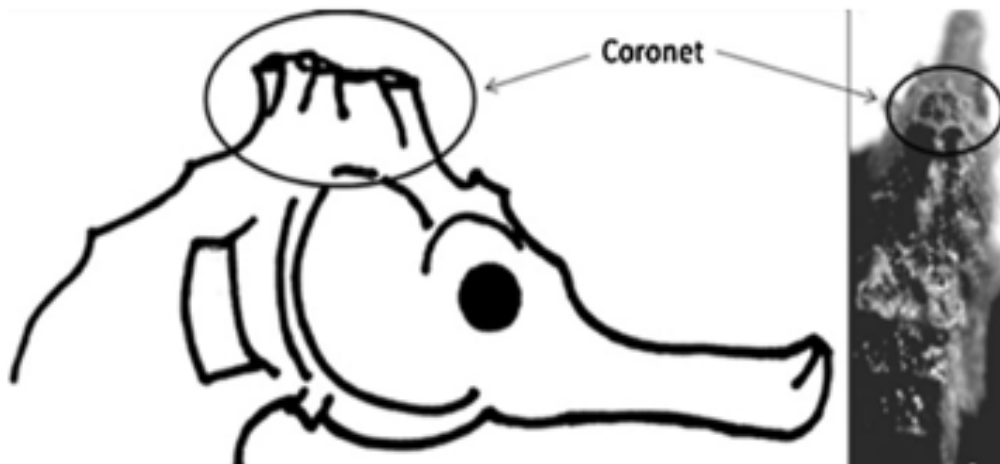


Figura 9. Estructura cutània anomenada coroneta utilitzada a l'estudi d'*Hippocampus reidi*. (Freret-Meurer et al., 2013)

Encanvi la metodologia utilitzada al present l'estudi no és invasiva, degut a que la metodologia per la realització de la fotografia és més pràctica, cap individu es manipulat per realitzar les fotografies. A més és senzilla, la gran majoria de les fotografies emprades foren obtingudes gràcies a la col·laboració ciutadana de bussejadors locals, gran part de les quals foren realitzades molt abans del projecte. És a dir, que no fou necessari cap tipus de formació, simplement se'ls hi va comentar quina part del cos era del nostre interès i que si es realitzaven diverses fotografies de l'animal, totes les captures podrien ser incloses.

Per altra banda, la nostre metodologia ha mostrat recaptures dins períodes de temps llargs, de deu mesos pel grup control i de vint mesos dins els individus salvatges. Que verifiquen clarament que les marques no mostren canvis al llarg del temps. A altres estudis on s'han estudiat poblacions de signatids s'han acceptat metodologies d'identificació amb períodes d'estudi de 12 mesos (Martin-Smith, 2011). A poblacions de cavallets també s'han acceptat la metodologies estudiades dins períodes més reduïts, tres mesos, i amb recaptures molt inferiors en nombre a les nostres (Freret-Meurer et al., 2013).

8) Conclusions



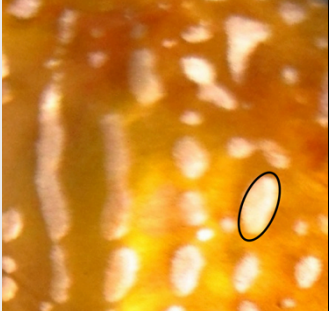

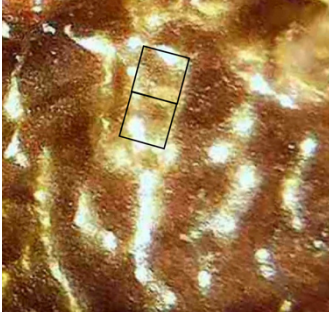

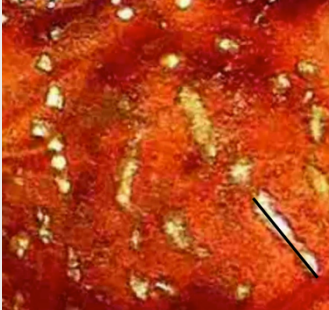
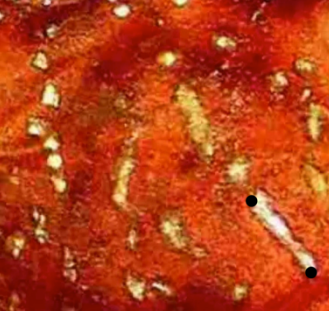
- Les marques escollides són permanents al llarg del temps, el qual implica que no induiria a errors dins l'estudi.
- Les marques de l'opercle no presenten problemes de similaritat, tots els individus presenten marques úniques que fan possible la recollida d'informació individual.
- Dins la metodologia ITM les referències de l'opercle mostren millors eficiències que les de la mandíbula.
- Les dues metodologies d'APHIS (ITM i SPM) son compatibles amb l'estudi de *Hippocampus guttulatus*. Tot i que es conclou que davant l'estudi de poblacions de grans dimensions ITM menys temps per l'operador.

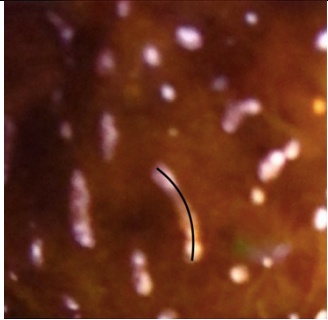
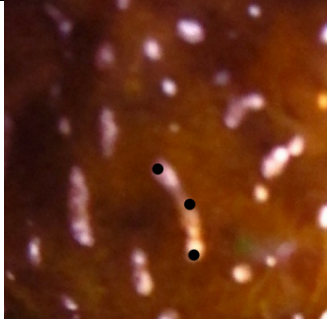

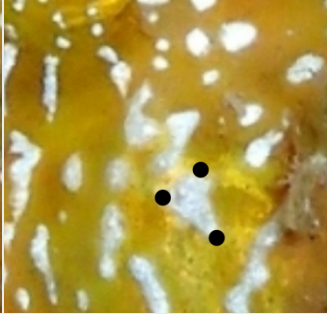


- La fotoidentificació com a mètode d'estudi de poblacions d'*Hippocampus guttulatus* és una metodologia no invasiva eficaç, senzilla, pràctica i econòmica.

9) Agraïments

En primer lloc, voldria agrair al personal del Centre Palma Aquàrium la seva ajuda i col·laboració perquè pogués dur a terme les fotografies a les seves instal·lacions. Després agrair al Dr. Samuel Pinya i al Dr. Guillem Mateu Vicens, de l'àrea d'Ecologia i Zoologia respectivament de la Universitat de les Illes Balears, la seva ajuda, paciència i consell durant tot el temps de l'estudi. I finalment agrair a tota la gent que m'ha acompanyat i ajudat aportant el seu gra d'arena a aquest projecte... als bussejadors-fotògrafs, amics i família que han estat atents i implicats en tot moment al progrés de l'estudi. Moltes gràcies a tots vosaltres, que m'heu permès gaudir de la realització d'aquest treball, tant important per a mi, esperem que el primer de molts.

10) Taules adjuntes

Naturalesa de la taca	Codi segons el tipus de taca Nº de referències – localització	Exemple: Taca escollida	
		Marcatge	
Circular	1 – centre del cercle		
Ovalada	2 – A cada costat de major longitud.		
Quadrada - Rombe Quadrada composta	4 – A cada vértex X – Dependrà del cas. A cada extrem i a les interseccions sense repetir punts.		
Linear recte Perpendiculars	2 – A cada extrem X – Dependrà del cas. A cada extrem i a les interseccions		

<p>Linear curvada</p> <p>Altres linears</p>	<p>3 — A cada extrem i al centre de curvatura</p> <p>X — Dependrà del cas. A cada extrem i on les línies mostrin canvis direccionals. Si mostren curvatures també al centre de curvatura.</p>		
<p>Triangulars / Trapecis</p>	<p>3 / 4— A cada vèrtex</p>		
<p>Aformes</p>	<p>X— Dependrà del cas:</p> <p>2) Si presenten formes punxagudes es marca el vèrtex.</p> <p>3) Les curves NO es marquen</p> <p>4) Es marcarà cualsevol punt relevant, zona on canviï de direcció, etc.</p>		

11) Referències

- Ballesteros Sagarra, E., Llobet François, T. (2015) *La vida marina del mar Mediterráneo*. Girona, España. Gallocanta
- Bansemmer, C. S., & Bennett, M. B. (2008). Multi-year validation of photographic identification of grey nurse sharks, *Carcharias taurus*, and applications for non-invasive conservation research. *Marine and Freshwater Research*, 59(4), 322-331.
- Beekmans, B. W., Whitehead, H., Huele, R., Steiner, L., & Steenbeek, A. G. (2005). Comparison of two computer-assisted photo-identification methods applied to sperm whales (*Physeter macrocephalus*). *Aquatic Mammals*, 31(2), 243-247.
- Broderick, A. C., & Godley, B. J. (1999). Effect of tagging marine turtles on nesting behaviour and reproductive success. *Animal behaviour*, 58(3), 587-591.
- Caldwell, I. R., Correia, M., Palma, J., & Vincent, A. C. J. (2011). Advances in tagging syngnathids, with the effects of dummy tags on behaviour of *Hippocampus guttulatus*. *Journal of fish biology*, 78(6), 1769-1785.
- Calvo, B., & Furness, R. W. (1992). A review of the use and the effects of marks and devices on birds. *Ringing & Migration*, 13(3), 129-151.
- Chilvers, B. L., & MacKenzie, D. I. (2010). Age-and sex-specific survival estimates incorporating tag loss for New Zealand sea lions, *Phocarcos hookeri*. *Journal of Mammalogy*, 91(3), 758-767.
- Clarke, R. D. (1972). The effect of toe clipping on survival in Fowler's toad (*Bufo woodhousei fowleri*). *Copeia*, 1972(1), 182-185.
- Curtis, J. M. R., & Vincent, A. C. J. (2006). Life history of an unusual marine fish: survival, growth and movement patterns of *Hippocampus guttulatus* Cuvier 1829. *Journal of Fish Biology*, 68(3), 707-733.
- Díaz-Calafat, J., Ribas-Marqués, E., Jaume-Ramis, S., Martínez-Nuñez, S., Sharapova, A., & Pinya, S. (2018). Individual unique colour patterns of the pronotum of *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) allow for photographic identification methods (PIM). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 21(2), 519-526.
- Dudgeon, C. L., Noad, M. J., & Lanyon, J. M. (2008). Abundance and demography of a seasonal aggregation of zebra sharks *Stegostoma fasciatum*. *Marine Ecology Progress Series*, 368, 269-281.
- Dugger, K. M., Ballard, G., Ainley, D. G., & Barton, K. J. (2006). Effects of flipper bands on foraging behavior and survival of Adélie penguins (*Pygoscelis adeliae*). *The Auk*, 123(3), 858-869.
- Dunbar, S. G., Ito, H. E., Bahjri, K., Dehom, S., & Salinas, L. (2014). Recognition of juvenile

hawksbills *Eretmochelys imbricata* through face scale digitization and automated searching. *Endangered Species Research*, 26(2), 137-146.

Freret-Meurer, N. V., & Andreato, J. V. (2008). Field studies of a Brazilian seahorse population, *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51(4), 543-551.

Freret-Meurer, N. V., Andreato, J. V., & Alves, M. A. S. (2012). Activity rate of the seahorse *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Syngnathidae). *acta ethologica*, 15(2), 221-227.

Freret-Meurer, N. V., Andreato, J. V., & Alves, M. A. S. (2013). Seahorse fingerprints: a new individual identification technique. *Environmental biology of fishes*, 96(12), 1399-1405.

Gosselin, T., Sainte-Marie, B., & Sévigny, J. M. (2007). Individual identification of decapod crustaceans II: Natural and genetic markers in snow crab (*Chionoecetes opilio*). *Journal of Crustacean Biology*, 27(3), 399-403.

Jean, C., Ciccione, S., Talma, E., Ballorain, K., & Bourjea, J. (2010). Photo-identification method for green and hawksbill turtles-First results from Reunion. *Indian ocean turtle NewsLeTTER*, 11, 8-13.

Kelly, M. J. (2001). Computer-aided photograph matching in studies using individual identification: an example from Serengeti cheetahs. *Journal of Mammalogy*, 82(2), 440-449.

Kitchen-Wheeler, A. M. (2010). Visual identification of individual manta ray (*Manta alfredi*) in the Maldives Islands, Western Indian Ocean. *Marine Biology Research*, 6(4), 351-363.

Kniest, E., Burns, D., & Harrison, P. (2010). Fluke Matcher: A computer-aided matching system for humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) flukes. *Marine Mammal Science*, 26(3), 744-756.

Knox, C. D., Cree, A., & Seddon, P. J. (2013). Accurate identification of individual geckos (*Naultinus gemmeus*) through dorsal pattern differentiation. *New Zealand Journal of Ecology*, 60-66.

Langtimm, C. A., Beck, C. A., Edwards, H. H., Fick-Child, K. J., Ackerman, B. B., Barton, S. L., & Hartley, W. C. (2004). Survival estimates for Florida manatees from the photo-identification of individuals. *Marine Mammal Science*, 20(3), 438-463.

Lourie, S. A. (2016). *Seahorses: a life-size guide to every species*. University of Chicago Press.

Marion, W. R., & Shamis, J. D. (1977). An annotated bibliography of bird marking techniques. *Bird-Banding*, 48(1), 42-61

Martin-Smith, K. M. (2011). Photo-identification of individual weedy seadragons *Phyllopteryx taeniolatus* and its application in estimating population dynamics. *Journal of Fish Biology*, 78(6), 1757-1768.

- Morgan, S., & Bull, C. (2005). *Potential techniques for marking and tagging seahorses* (No. 7). Project Seahorse Technical Report.
- Moya, Ó., Mansilla, P. L., Madrazo, S., Igual, J. M., Rotger, A., Romano, A., & Tavecchia, G. (2015). APHIS: a new software for photo-matching in ecological studies. *Ecological informatics*, 27, 64-70.
- Murray, D. L., & Fuller, M. R. (2000). A critical review of the effects of marking on the biology of vertebrates. *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*, 15-64.
- Nair, T., Thorbjarnarson, J. B., Aust, P., & Krishnaswamy, J. (2012). Rigorous gharial population estimation in the Chambal: implications for conservation and management of a globally threatened crocodylian. *Journal of Applied Ecology*, 49(5), 1046-1054.
- Penney, K. M., Gianopulous, K. D., McCoy, E. D., & Mushinsky, H. R. (2001). The visible implant elastomer marking technique in use for small reptiles. *Herpetological Review*, 32(4), 236.
- Petit, E., & Valiere, N. (2006). Estimating population size with noninvasive capture-mark-recapture data. *Conservation Biology*, 20(4), 1062-1073.
- Pinya, S., & Pérez-Mellado, V. (2009). Individual identification and sexual dimorphism in the endangered Balearic Midwife Toad, *Alytes muletensis* (Sanchíz and Adrover, 1981). *Amphibia-Reptilia*, 30(3), 439-443.
- Pinya, S. (2011). Situación actual de la Tortuga Mora (*Testudo graeca* L.) en la Isla de Mallorca. *La conservación de las tortugas de tierra en España. Conselleria de Media Ambient i Mobilitat, Govern de les Illes Balears, Palma de Mallorca*, 7-12.
- Planas Oliver, M. (2014) *¿Qué sabemos de? El caballito de mar*. Madrid, España. Consejo Superior de Investigaciones Científicas; CSIC.
- Qin, G., Lin, Q., Gu, N., Lin, J., & Huang, L. (2012). Effect of broodstock origin, background and substrate color on skin coloration of three-spotted seahorses *Hippocampus trimaculatus* Leach, 1814. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 416, 129-134.
- Sacchi, R., Galeotti, P., Fasola, M., & Scali, S. (2007). The Numerical Encoding of Scale Morphology Highly Improves Photographic Identification in Lizards. *Acta herpetologica. N. 1-January, 2007*, 1(1), 1000-1009.
- Schofield, G., Katselidis, K. A., Dimopoulos, P., & Pantis, J. D. (2008). Investigating the viability of photo-identification as an objective tool to study endangered sea turtle populations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 360(2), 103-108.
- Silva, K., Vieira, M. N., Almada, V. C. & Monteiro, N. M. (2010). Reversing sex role reversal: compete only when you must. *Animal Behaviour* 79, 885–893.

Woods, C. M., & Martin-Smith, K. M. (2004). Visible implant fluorescent elastomer tagging of the big-bellied seahorse, *Hippocampus abdominalis*. *Fisheries research*, 66(2-3), 363-371.

Woods, C. M. (2005). Evaluation of VI-alpha and PIT-tagging of the seahorse *Hippocampus abdominalis*. *Aquaculture International*, 13(3), 175-186.

Zuberogoitia, I., Arroyo, B., O'Donoghue, B., Zabala, J., Martínez, J. A., Martínez, J. E., & Murphy, S. G. (2012). Standing out from the crowd: are patagial wing tags a potential predator attraction for harriers (*Circus* spp.)?. *Journal of ornithology*, 153(3), 985-989.