

Caracterització cromàtica de les poblacions de tortuga mediterrània de Menorca i Catalunya

Andrea Pino; Joan Ll. Pretus; Marta Massana & Albert Bertolero

RESUM

La tortuga mediterrània és una espècie àmpliament distribuïda a Menorca, però que a Catalunya ha pràcticament desaparegut. L'objectiu d'aquest estudi és establir si hi ha diferències en els patrons de coloració entre tres poblacions de tortugues, dues de Menorca (cala Tirant i barranc des Bec) i una de Catalunya (l'Albera). Per això, s'ha comparat l'àrea que ocupen les taques grogues en les plaques vertebrals i costals de la closca i el grau de complexitat d'aquestes taques (relació entre el perímetre de la taca i la seva superfície). Les tres poblacions es discriminen per la superfície groga de les taques (població catalana amb molt menys groc a la closca que les menorquines) i, entre les poblacions menorquines, les del barranc des Bec van presentar taques més complexes que les de cala Tirant. En comprovar-se que aquestes tres poblacions queden clarament identificades per les característiques de la seva pigmentació groga, es considera que no és oportú fer alliberament d'exemplars d'origen desconegut dins d'aquestes poblacions.

Paraules clau: *Testudo hermanni*, coloració, Illes Balears.

ABSTRACT

The Mediterranean tortoise is a species common in Menorca, but virtually

disappeared in Catalonia. We present a first attempt to characterize visually the different populations by testing quantitative differences of the colour pattern among reference populations, two from Menorca (Cala Tirant and Barranc d'es Bec) and one from Catalonia (Albera). Two variables were used, the area occupied by yellow spots in the vertebral and costal plates of the shell and the complexity of these spots (through the ratio between the perimeter and the surface of the spot). The three populations could be discriminated. The Catalan population had less yellow area than Menorcan populations. In Menorca, tortoises from Barranc de's Bec had more complex yellow spots than those from Cala Tirant. Once we have shown that these populations can be phenotypically identified, and reinforcing complementary results revealed also by our previous genetic studies, we claim that individuals taken from different places shouldn't be traslocated from each other, neither from distant geographical sites, nor from local sites within Menorca.

Key words: *Testudo hermanni*, color, Balearic Islands.

La tortuga mediterrània *Testudo hermanni* és una espècie d'àmplia distribució geogràfica en el sud d'Europa, que es troba des d'Espanya fins a Turquia i inclou les principals illes mediterrànies. Dins d'aquesta àmplia distribució, dues subespècies són reconegudes per la major part d'autors: *Testudo hermanni hermanni*, que ocupa la zona occidental (Espanya, França i Itàlia) i *Testudo hermanni boettgeri*, que ocupa la península Balcànica (Bertolero *et al.* 2011). Al llarg d'aquesta extensa distribució, les poblacions es troben molt fragmentades i moltes, principalment les occidentals, es troben en una molt mala situació de conservació. No obstant això, actualment a Menorca les poblacions de tortuga mediterrània presenten una bona situació (Bertolero 2006) i la seva distribució ocupa la major part de l'illa (Bertolero / Pretus 2012). La tortuga mediterrània presenta una coloració característica, que en general es pot considerar que està formada per taques negres sobre un fons groc. Aquest patró general presenta variacions poblacionals al llarg de la seva distribució, de manera que es poden distingir algunes poblacions per les seves tonalitats de groc o per l'extensió de les taques negres del plastró (Guyot / Devaux 1997). Aquest autors van determinar que la major part de les tortugues de l'Albera (quasi el 80%) presentaven una coloració groc-grisós, que correspon al Pantone 386C, mentre que la resta era de coloració groga, Pantone 3935C. En l'altre treball

realitzat sobre la coloració d'aquesta espècie, no van trobar variació entre poblacions en la superfície de les taques negres de la closca, però sí que hi havia una graduació latitudinal en la superfície de les taques negres del plastró (Willemsen / Hailey 1999).

En el treball que aquí presentem, i a diferència dels anteriors (Guyot / Devaux 1997; Willemsen / Hailey 1999), es fa una anàlisi quantitativa de la superfície que ocupa la coloració groga i del grau de complexitat de les seves vores, per determinar si les característiques d'aquestes taques poden ajudar a discriminar les diferents poblacions occidentals. Per això, s'analitzen tres poblacions de tortuga mediterrània: dues originàries de Menorca i l'altre de Catalunya. Poder classificar les tortugues per les característiques de la seva coloració té importants implicacions de conservació, ja que permetrà determinar quins exemplars són més adients per als projectes de reintroducció.

Material i mètodes

Per determinar si hi havia diferències en el patró de coloració entre poblacions de tortuga mediterrània occidental es van emprar fotografies de la part superior de la closca. Les plaques que es van fer servir van ser les cinc vertebrals i les vuit costals (fig. 1). Les poblacions estudiades van ser dues de Menorca (barranc des Bec amb 14 tortugues i cala Tirant amb 15 tortugues) i una de Catalunya (Albera, amb 13 tortugues). Amb un total de 42 individus analitzats.

Les fotos van ser realitzades durant el treball de camp de seguiment d'aquestes poblacions amb una càmera fotogràfica digital (Nikon Coolpix® 4300). Cada tortuga es va col·locar sobre un fons uniforme i a l'ombra per evitar els reflexos de la llum sobre la closca. Les imatges així obtingudes han estat processades, en primer lloc, amb el programa IDRISI i, posteriorment, amb el programa FRAGSTATS. Si bé aquests dos programes són emprats habitualment per a l'anàlisi de la configuració dels hàbitats en Ecologia del Paisatge, en el nostre cas s'han utilitzat per analitzar els patrons de taques de la closca de manera anàloga a com s'analitzarien les característiques de fragmentació segons els hàbitats que presenta una regió.

Com a regió d'interès s'han definit les taques grogues que presenten les plaques costals i vertebrals, que en conjunt són les tretze plaques de la closca analitzades (fig. 1). Els passos seguits han estat:

1) Cada foto en format *jpeg* es va descompondre en tres imatges amb cadascuna de les tres bandes de colors (R, G i B) i es van emmagatzemar en tres fitxers diferents. Aquest procediment es va fer amb el programa ENVI.

2) Amb el programa IDRISI les bandes de color van ser combinades dues a dues mitjançant transformacions normalitzades, i es va obtenir imatges amb índexs que van variar entre -1 i +1.

3) A continuació, aquests índexs obtinguts es van reescalar al mateix rang amb què varia el model de color RGB, que pren valors entre 0 i 255.

4) També amb el programa IDRISI, les dues imatges d'índexs de taques es van combinar en una sola imatge amb una nova classificació de colors (rang: 0-65,025). Aquesta nova imatge obtinguda es va binaritzar. En aquest procés, el valor llindar es va determinar segons el valor d'intensitat que presentaven les zones on estaven situades les taques grogues. Per sota del valor llindar, es va assignar el valor de 0 i per sobre d'1.

5) De la imatge binaritzada es van eliminar els «sorolls o distorsions» mitjançant el filtre d'imatge modal 7x7. Posteriorment, es van agrupar els píxels amb un mateix atribut fins a obtenir la imatge base.

6) A partir de la imatge base es va calcular l'àrea i el perímetre de cada taca groga per a cadascuna de les 13 plaques analitzades de la closca amb el programa FRAGSTATS.

Per comparar la superfície de les taques grogues (A) i el seu perímetre (P) entre poblacions, es va sumar el conjunt de les 13 plaques de la closca de cada individu. Com índex de forma es va fer la relació $IF = (A/P)/(r/2)$, en el qual r és el radi que tindria un cercle d'àrea A. Un major valor de l'índex indica que la taca presenta menys sinuositats. Els valors d'àrea total, perímetre total i índex de forma total de les taques grogues es van comparar entre poblacions amb ANOVAs, si les dades complien les condicions de normalitat i homocedasticitat; en cas contrari, es va emprar el test no paramètric de Kruskal-Wallis. D'altra banda, les variables registrades sobre cadascuna de les plaques de l'àrea de la taca groga, el perímetre de la taca groga, l'índex de forma, el percentatge de groc total i el percentatge de groc respecte a l'àrea de la placa es van analitzar mitjançant una anàlisi discriminant.

Resultats

En el conjunt de les 13 plaques analitzades, les tortugues de l'Albera van presentar en la closca una superfície de taca groga significativament més petita que les de Menorca (Kruskal-Wallis $H_2 = 20.83$, $p < 0.001$, $n = 42$; comparacions múltiples: Albera vs Bec $z = 4.04$, $p < 0.001$; Albera vs Tirant $z = 4.54$, $p < 0.001$; Tirant vs Bec $z = 0.64$, $p = 1.00$). També es van trobar diferències significatives en la longitud del perímetre de les taques grogues, de manera que les tortugues de Menorca van presentar una major longitud de perímetre de les taques que les de l'Albera (ANOVA $F_{2,39} = 24.46$, $p < 0.001$; test *a posteriori* LSD de comparacions múltiples Albera vs Bec $p < 0.001$; Albera vs Tirant $p < 0.001$; Tirant vs Bec $p = 0.10$). L'índex de forma també va presentar diferències significatives entre poblacions (ANOVA $F_{2,39} = 3.73$, $p = 0.033$), però en aquest cas les diferències van ser entre les poblacions de l'Albera i Bec ($p = 0.022$) i de Bec i Tirant ($p = 0.024$), i no entre l'Albera i Tirant ($p = 0.897$). Així, les taques grogues de la població d'es Bec van presentar formes més sinuoses que les de les altres dues poblacions.

L'anàlisi discriminant va permetre de separar clarament les tres poblacions. En el primer eix, es va separar la població de l'Albera de les dues menorquines a partir de les variables de perímetre de la placa 5, el percentatge de groc total a la placa 7 i el percentatge de groc sobre l'àrea de les plaques 7 i 8 (fig. 2). En el segon eix, es van separar les poblacions de cala Tirant i del barranc des Bec a partir de les variables de l'índex de forma i percentatge de groc total de la placa 6 (fig. 2).

Discussió

Fins ara, l'únic intent d'anàlisi de la coloració groga havia estat de manera qualitativa i amb la qual es diferenciaven les poblacions de tortuga mediterrània per les tonalitats de groc (Guyot / Devaux 1997). Amb l'anàlisi feta en aquest treball de les característiques morfològiques de les taques grogues, també obtenim un bon criteri de discriminació entre les tres poblacions estudiades. En el cas de l'Albera, és conegut que les tortugues d'aquesta població es caracteritzen per presentar coloracions molt fosques, que equival a dir amb poca superfície groga. Però fins ara no s'havia quantificat l'extensió de les seves taques grogues, ni comprovat que significativament presenten menys superfície groga en la seva closca que les tortugues menorquines. D'altra banda, la forma

i la complexitat de les taques grogues han estat similars entre les tortugues de l'Albera i les de cala Tirant, però no així entre aquestes dues poblacions i les del barranc des Bec. De manera que les tortugues del barranc des Bec presenten taques grogues més complexes que les altres dues poblacions. Aquesta morfologia i complexitat de les taques grogues és la característica que permet separar les dues poblacions de Menorca estudiades.

Aquests resultats fenotípics no coincideixen totalment amb els resultats genètics obtinguts en altres estudis d'aquestes poblacions a partir de marcadors neutres (Fritz *et al.*, 2006; Bertolero *et al.*, en premsa). Així, segons els resultat genètics de què es disposen fins ara, les tortugues de l'Albera i de cala Tirant presenten un mateix haplotip del gen del citocrom *b* (H3), que les diferencia de les del barranc des Bec (H5; Fritz *et al.*, 2006). D'altra banda, també se sap que les tortugues de cala Tirant i del barranc des Bec es diferencien pel haplotip del gen COI (Bertolero *et al.*, en premsa).

Per tant, comprovar que aquestes tres poblacions queden clarament identificades per les característiques de la seva pigmentació groga, i que els estudis genètics també les diferencien (Fritz *et al.*, 2006; Bertolero *et al.*, en premsa), reforça les nostres conviccions que no és oportú fer alliberament d'exemplars d'origen desconegut dins d'aquestes poblacions, com s'ha anat fent els darrers anys per part d'entitats conservacionistes.

AGRAÏMENTS

Volem agrair especialment a totes les persones que van participar en les campanyes de mostreig. Aquest estudi ha estat possible gràcies a una beca de l'IME, que va permetre realitzar el seguiment de les poblacions menorquines de tortuga mediterrània durant el 2009. El seguiment de la població de l'Albera ha estat possible gràcies al finançament de Forestal Catalana – Generalitat de Catalunya.

REFERÈNCIES

- BERTOLERO, A. (2006): «La tortue d'Hermann *Testudo hermanni* sur les îles de Majorque et Minorque». *Chéloniens* 1, p. 12-19.
- BERTOLERO, A. / PRETUS, J. (2012): «Distribució actual de la tortuga mediterrània a Menorca». *Revista de Menorca* 91, p. 177-186.
- BERTOLERO, A., CHEYLAN, M., HAILEY, A., LIVOREIL, B., WILLEMSSEN, R. (2011):. «*Testudo hermanni* (Gmelin 1789) Hermann's tortoise». En Rhodin, A.G.J. et al., (eds.). *Chelonian Research Monographs* 5, doi: 10.3854/crm.5.059.hermann.v1.2011.
- BERTOLERO, A., MARTÍN, M., PRETUS, J. (En premsa): «Diversitat genètica de les poblacions de tortuga mediterrània de Menorca, resultats preliminars». *Revista de Menorca*.
- Fritz, U., AUER, M., BERTOLERO, A., CHEYLAN, M., FATTIZZO, T., HUNSDÖRFER, A., MARTÍN SAMPAYO, M., PRETUS, J., ŠIROKÝ, P., WINK, M. (2006): «A rangewide phylogeography of Hermann's tortoise, *Testudo hermanni* (Reptilia: Testudines: Testudinidae): implications for taxonomy». *Zoologica Scripta* 35, p. 531-543.
- GUYOT, G. / DEVEAUX, B. (1997): «Variation in shell morphology and color of Hermann's tortoises, *Testudo hermanni*, in Southern Europe». *Chelonian Conservation Biology* 2, p. 390-395.
- WILLEMSSEN, R.E. / HAILEY, A. (1999): «A latitudinal cline of dark plastral pigmentation in the tortoise *Testudo hermanni* in Greece». *Herpetological Journal* 9, p. 125-132.

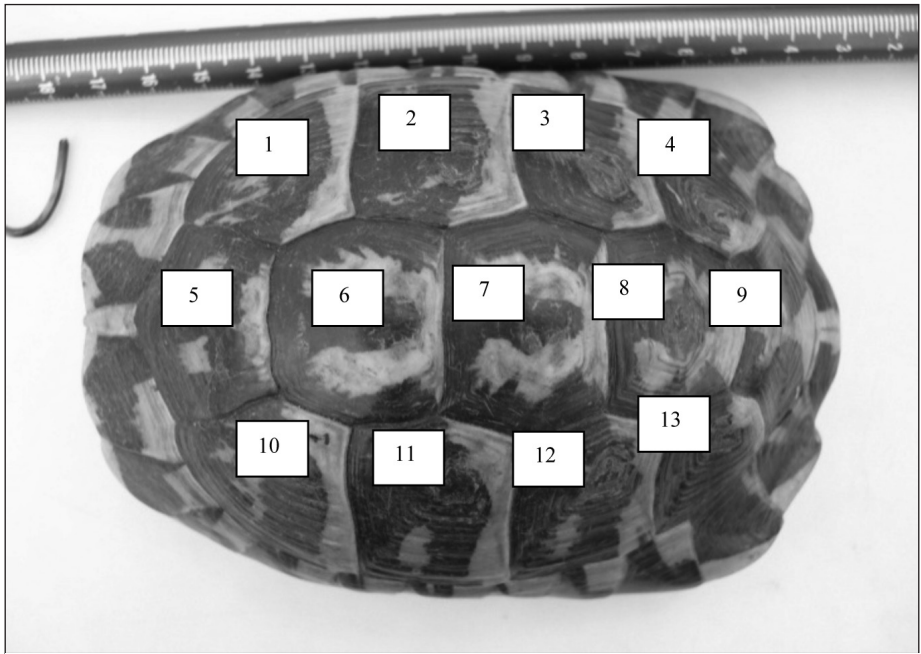


Figura 1. Plaques de la closca de tortuga mediterrània en què es van analitzar les característiques de coloració. Es mostra la numeració assignada a cada placa.

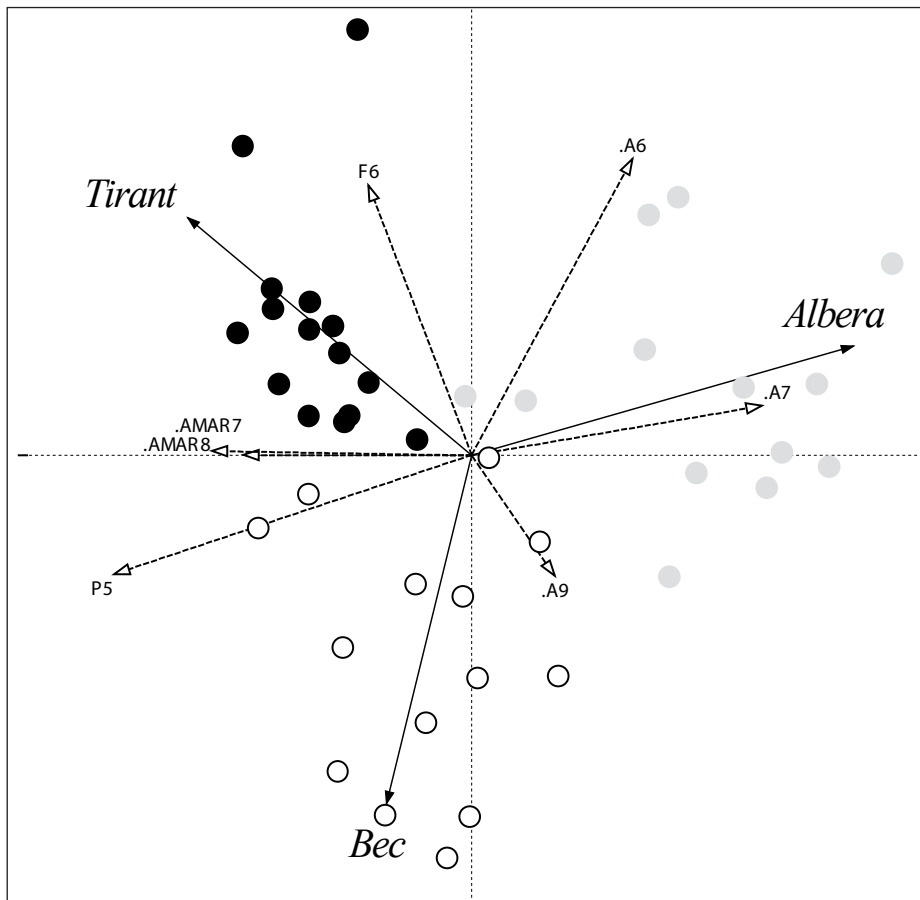


Figura 2. Classificació de les tres poblacions segons els eixos 1 i 2 de l'anàlisi discriminant.