

Títol del treball:

El tràfic de fauna salvatge a Espanya: una investigació a la xarxa

Estudiant: Eloi Pareja Parcet

Grau en Ciències Ambientals

Correu electrònic: eloipp8@gmail.com

Tutor: Pere Pons Ferran

Empresa / institució: Universitat de Girona

Vistiplau tutor:

Nom del tutor: Pere Pons Ferran

Empresa / institució: Universitat de Girona

Correu(s) electrònic(s): pere.pons@udg.edu

Data de dipòsit de la memòria a secretaria de coordinació:

*“Sempre quedaran coses desconegudes,
però cada cop en quedaran menys per conèixer.”*

Gràcies a aquells que m’han ajudat en tot moment a arribar fins aquí: família, amics, professors. Així com a tots aquells que deien que no era possible, per ser la principal font de motivació.

Índex

Resum.....	1
Resumen.....	1
Abstract.....	2
Introducció.....	3
Objectius.....	5
Objectives.....	5
Metodologia.....	7
1) Recerca bibliogràfica.....	7
2) Generació de la base de dades.....	7
3) Tractament de dades.....	9
Resultats.....	11
1) Anàlisi de les dades del CITES.....	11
Anurs.....	13
Caudats o urodels.....	14
Anurs i caudats.....	15
Països exportadors.....	16
Procedència dels individus importats a Espanya.....	17
2) Amfibis comercialitzats a Espanya.....	17
3) Amfibis exòtics presents al medi.....	22
4) Índex de similitud.....	24
Discussió.....	25
Conclusions.....	28
Conclusions.....	29
Ètica i sostenibilitat de l'estudi.....	30
Glossari.....	31
Bibliografia.....	32

Resum

La introducció d'espècies és una de les cinc causes principals de la pèrdua de biodiversitat i, en els darrers anys, és un problema que ha guanyat força. Aquest increment és conseqüència de què les noves forces globals, com el transport i el comerç, estan acabant amb períodes llargs d'aïllament biològic. El present estudi està centrat en els amfibis i té com a objectiu avaluar, i donar a conèixer, quin pes té el tràfic de fauna sobre l'arribada de noves espècies a una àrea geogràfica on no hi són de forma nativa.

Per a la realització d'aquest treball analític i descriptiu s'ha realitzat una recerca bibliogràfica per endinsar-se dins la problemàtica i conèixer les fonts que serviran per fer una base de dades en un segon apartat. La base de dades és el fonament de l'estudi ja que permet conèixer: les espècies d'amfibis que han arribat a Espanya a partir del Conveni Internacional d'Espècies Amenaçades de Fauna i Flora Silvestres (CITES), les que estan protegides pel mateix conveni, les espècies que es troben comercialitzades a nivell intern del país i els amfibis exòtics invasors que estan presents al medi. A partir de les dades generades s'ha fet un tractament per descriure els resultats i confirmar o refutar les prediccions de partida, les quals eren les següents: (1) el número de transaccions regulades pel CITES creix al llarg dels darrers anys, (2) no hauria d'haver cap espècie protegida pel conveni comercialitzada a Espanya i, (3) el comerç d'amfibis exòtics té un impacte negatiu tant per l'ecosistema natiu com per l'ecosistema receptor.

Amb els resultats obtinguts la primera i la tercera predicció han quedat confirmades, mentre que la segona s'ha refutat. D'aquesta manera, s'ha observat un augment significatiu en el nombre de transaccions regulades pel CITES, tot i que només pels anurs, no pels urodels ni per les cecilies. D'altra banda, en base al nombre d'exemplars comercialitzats s'ha inferit que el tràfic de fauna té conseqüències negatives per l'ecosistema natiu i pel receptor. Per últim, no s'esperava trobar espècies protegides en els comerços estudiats, però a la recerca realitzada se'n van trobar varis exemples.

Amb l'estudi realitzat s'espera donar a conèixer la importància i les conseqüències que té el comerç sobre les espècies afectades, sobre els ecosistemes originaris i, sovint, sobre els ecosistemes receptors on poden naturalitzar-se.

Resumen

La introducción de especies es una de las cinco causas principales de la pérdida de biodiversidad i, en los últimos años, es un problema que ha ganado fuerza. Este incremento es consecuencia de que las nuevas fuerzas globales, como el transporte y el comercio, están terminando con largos periodos de aislamiento biológico. El presente estudio se basa en los anfibios y tiene como objetivo avaluar, y dar a conocer, la influencia del tráfico de fauna sobre la llegada de nuevas especies a un área geográfica donde no están de forma nativa.

Para la realización de este trabajo analítico y descriptivo se ha realizado una búsqueda bibliográfica para profundizar en la problemática y conocer las fuentes que servirán para elaborar una base de datos en un segundo apartado. La base de datos es el fundamento del estudio, ya que permite conocer: las especies de anfibios que han llegado a España a partir de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), las que están protegidas por el mismo convenio, las especies que se encuentran comercializadas en el interior del país y los anfibios exóticos invasores que están presentes en el medio. A partir de los datos generados se ha hecho

un tratamiento para describir los resultados y confirmar o refutarlas predicciones de partida, las cuales eran las siguientes: (1) el número de transacciones reguladas por el CITES crece al largo de los años, (2) no debería de haber ninguna especie protegida por el convenio comercializada en España y, (3) el comercio de anfibios exóticos tiene un impacto negativo para el ecosistema nativo y para el ecosistema receptor.

Con los resultados obtenidos la primera y la tercera predicción han quedado confirmadas, aunque la segunda se ha refutado. Así, se ha observado un aumento significativo en el número de transacciones reguladas por el CITES, a pesar de que solo ha sido así por los anuros, ni por los urodelos ni por las cecilias. Por otra parte, en base al número de ejemplares comercializados se ha inferido que el tráfico de fauna tiene consecuencias negativas para el ecosistema nativo y para el receptor. Por último, no se esperaba encontrar especies protegidas en los comercios estudiados, pero en la búsqueda realizada se encontraron varios ejemplos.

Con el estudio realizado se espera dar a conocer la importancia y las consecuencias que tiene el comercio sobre las especies afectadas, sobre los ecosistemas originarios y, a menudo, sobre los ecosistemas receptores dónde pueden naturalizarse.

Abstract

The introduction of species is one of the five principle causes of the loss of biodiversity and, in the recent past, is a problem which has gathered force. This increase is a consequence of new global forces, such as transport and commerce, are ending a long period of biological isolation. This present study is centred on the amphibians and has, as its objective, to evaluate and to recognise the burden of traffic in fauna on the arrival of new species on a geographic area in which they are not native forms.

In order to carry out this project, bibliographical research was carried out in order to understand the problem and to identify the sources which would best serve for the basis of data in a second part. The data base is the foundation of the study as it permits knowledge of: the species of amphibians which have arrived in Spain from Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES), those which are protected by the said convention, the species which are found to be commercially available in the internal market in the country and the invasive exotic amphibians which are present in the environment. This generated data was treated to discover the results and confirm or refute the initial predictions, which are the following; (1) the number of transactions regulated by CITES has increased over the past years, (2) there should be no species protected by the Convention being commercially available in Spain and, (3) the commercialization of exotic amphibians has a negative impact not only on the native ecosystem but also on the receiving ecosystem.

With the obtained results, the first and third predictions have been confirmed, while the second has been refuted. In this way a significant increase in the number of transactions regulated by CITES has been observed, but only for anura, not for the urodela and the caecilians. On the other hand, based on the numbers of examples commercially available, negative consequences can be inferred from the traffic in fauna for native and receptor ecosystems. Furthermore, protected species were not expected to be found in the businesses studied, but various examples were found in the research carried out.

With the study carried out it was hoped to recognise the importance and the consequences of commerce in the affected species, over the originating ecosystems and, often, on the receptor ecosystems in which they can become naturalised.

Introducció

Segons la IPBES (Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversitat i Serveis dels Ecosistemes) la introducció d'espècies fora de la seva àrea de distribució és una de les 5 causes principals de la pèrdua de biodiversitat i, juntament amb les altres quatre, ha provocat que un milió d'espècies estiguin en perill d'extinció per culpa de l'ésser humà (Sánchez, 2019). La introducció d'espècies és un problema que guanya més força (Zilletti & Suárez Álvarez, 2013). Aquestes introduccions suposen un impacte negatiu sobre les espècies natives: competència, depredació, hibridació i contaminació genètica, i introducció d'agents patògens (Pleguezuelos, Márquez & Lizana, 2002); essent aquesta última conseqüència una problemàtica molt greu pels amfibis, com per exemple la introducció del fong *Batrachochytrium dendrobatidis*, causant de la quitridiomicosis i afavorit per les introduccions d'amfibis exòtics que actuen com a vectors (Ghirardi, 2011). Els agents patògens, destacant el fong esmentat, juntament amb la contaminació, el canvi climàtic i la destrucció de l'hàbitat han provocat que més del 30% dels amfibis estiguin amenaçats, un total de 1500 espècies (Rico, 2012). En el mateix article s'explica que, amb aquesta epidèmia que va començar a Àfrica, ja s'han extingit 200 espècies d'amfibis i que, en el cas concret de les llacunes de Peñalara, a la serra de Guadarrama, hi va haver un 98% de pèrdues de les poblacions conseqüència de la quitridiomicosis, malaltia provocada pel patògen descrit. El més interessant pel present estudi és que el fong va arribar procedent d'Àfrica gràcies al comerç de *Xenopus laevis*, granota d'ungles africana; espècie exportada arreu del món per ser utilitzada en experiments de laboratori que actualment es troba inclosa dins el *Catálogo Español d'Especies Exóticas Invasoras* i considerada, per la UICN, una de les 100 espècies invasores més perilloses per la biodiversitat a nivell global; un bon exemple per apreciar la magnitud de la problemàtica és que Ghirardi (2011) va realitzar un estudi de la quitridiomicosis però, en aquest cas, el problema va arribar fins a Amèrica i és que aquesta malaltia ha arribat a gran part del planeta. El problema no només es produït pel fong anterior, hi ha més exemples, i un de conegut és el fong *Batrachochytrium salamandrivorans* (A. Martel *et al.*, 2017). Aquest afecta greument a les salamandres, fins a l'extrem de que només el 13% de les espècies infectades aconsegueixen sobreviure més de 10 dies després de l'infecció i, el 90% de les poblacions desapareix poques setmanes després. Aquest fong és resistent a una gran amplitud de condicions ambientals i utilitza a altres amfibis menys sensibles com a vectors i com a reserva per les seves espores. En molts casos el comerç facilita l'arribada del patògen a zones que no hi és de forma natural gràcies al transport d'amfibis que en són portadors, com *Cynops orientalis*, originari d'Àsia i un dels principals portadors del patògen.

Addicionalment, s'ha de tenir present que tot i que hi ha casos que fan pensar que algunes introduccions d'espècies són beneficioses, com és el cas de la tortuga *Testudo graeca*, la qual dispersa llavors (Cobo & Andreu, 1988), al introduir una espècie s'altera l'equilibri ecosistèmic, fent que unes espècies es vegin afavorides però provocant conseqüències negatives per la resta. Els ecosistemes han evolucionat aïllats de la resta gràcies a les barreres que hi ha de forma natural com muntanyes, rius, oceans i deserts, però en pocs anys s'han vist greument afectats. Actualment, aquestes barreres que els definien no poden parar l'arribada de noves espècies i l'home, n'és el culpable. Com a conseqüència de les noves forces globals, les barreres no poden evitar l'entrada d'espècies exòtiques afavorides per la globalització, el creixement del comerç i del turisme. Aquestes noves forces globals estan acabant amb milions d'anys d'aïllament biològic i passen a amenaçar greument la biodiversitat, donant com a resultat unes pèrdues ecològiques i econòmiques immenses, pràcticament irreversibles i que cada cop van en augment. A més, problemes globals com la pèrdua i degradació d'hàbitats, la contaminació i el canvi climàtic debiliten i redueixen el fitness de les espècies natives, provocant que la colonització d'espècies exòtiques sigui encara més fàcil (IUCN, 2000).

És cert que no totes les espècies introduïdes {1} acaben esdevenint espècies invasores {2}, aquesta seria la última etapa i no sempre s'assoleix. La seqüència cronològica, tal i com comenten Ruiz, Villero i Montori (2012) és la següent: fase d'arribada {3}, fase d'assentament {4}, fase de propagació {5} i, per últim, hi ha una fase de saturació {6}. La majoria d'espècies no aconsegueixen naturalitzar-se {7}, però les que ho fan poden arribar a propagar-se i comportar-se com a espècies invasores si causen un desequilibri sobre el medi. Els mateixos autors remarquen que la precaució ha de ser la base de la gestió, i que la millor mesura és controlar i erradicar les poblacions introduïdes abans de que aquestes causin conseqüències ecològiques i econòmiques nefastes.

Històricament, sempre hi ha hagut introduccions d'espècies que han arribat a zones que estan fora de la seva àrea de distribució natural. Però en els darrers anys aquesta problemàtica ha augmentat molt, fins el punt que el nombre d'espècies que han arribat en els darrers 2000 anys, sense comptar els darrers 150, és el mateix que les que han arribat recentment, fa menys de 150 anys (Mateo, Ayres & López, 2011). Aquest fenomen, tal i com s'explica en el mateix estudi, és conseqüència de l'increment del tràfic de mercaderies i de l'augment exponencial de la compra i venda d'animals de companyia els quals, en moltes ocasions, acaben sent alliberats. Així doncs, l'home és el principal responsable de la dispersió d'un gran nombre d'espècies, i així ho ha sigut al llarg de la història, però amb la diferència que en els darrers anys ha tingut una influència molt més elevada.

El present estudi tracta del tràfic de fauna a Espanya, una problemàtica creixent, desconeguda i amb unes mesures preventives i correctores poc adequades en relació a la rellevància que ha adquirit; aquesta activitat està poc regulada i, com s'ha vist, és responsable de moltes de les introduccions d'espècies exòtiques. Concretament, s'analitzaran els amfibis per ser un grup molt afectat pel que fa a les introduccions. Per tal de conèixer la gravetat de la situació s'analitzaran les espècies exòtiques invasores que es troben al medi, les que han arribat a partir del comerç registrat al CITES (Conveni sobre el Comerç Internacional d'Espècies Amenaçades de Fauna y Flora) i aquelles exòtiques que estan comercialitzades al territori espanyol, sense considerar les illes. D'aquesta manera, es podrà investigar quines es troben a l'Espanya peninsular de forma regulada pel conveni i quines han estat introduïdes sense tenir el CITES present, ja sigui perquè l'espècie no està recollida pel conveni o perquè s'ha introduït de forma il·legal (Figura 1).

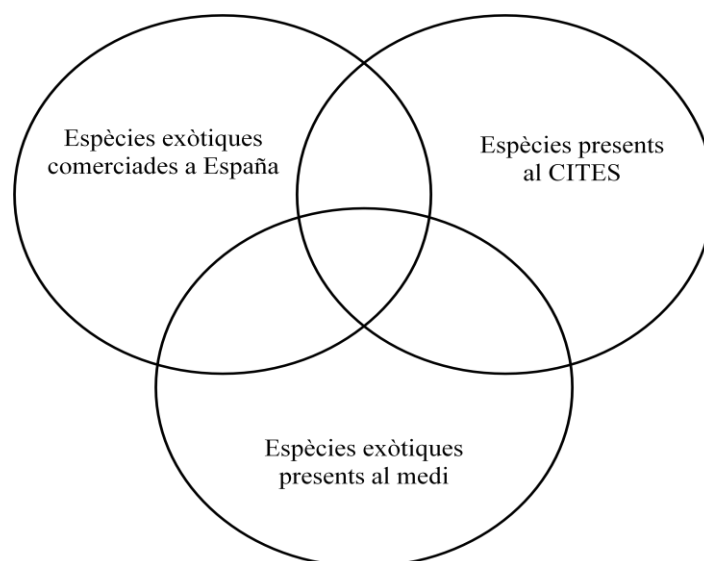


Figura 1: Esquema del plantejament de l'estudi.

Objectius

Com s'ha mencionat anteriorment, el nombre d'espècies invasores i el tràfic de fauna, ja sigui voluntari o no, ha augmentat considerablement en els darrers anys. El següent estudi té com a finalitat analitzar en quina situació es troba Espanya pel que fa als amfibis exòtics i, si es possible, relacionar la problemàtica descrita amb el comerç.

Per fer-ho es pretén investigar les espècies regulades pel CITES, les espècies comercialitzades a Espanya i les espècies exòtiques que es troben a l'àrea d'estudi, entenent com a tal l'Espanya peninsular. I, d'aquesta manera, un cop assolits aquests objectius, es busca definir quin impacte pot arribar a tenir el comerç sobre la biodiversitat del medi i, en conseqüència, valorar el pes del comerç en les introduccions d'espècies a àrees geogràfiques que no hi serien de forma nativa. Tot això es farà analitzant els anurs, els urodels i les cecílies, ordres que es troben dins la classe dels amfibis.

Dit això, l'objectiu general del treball és donar a conèixer la problemàtica del tràfic d'amfibis a Espanya, insistir en les conseqüències que té el comerç de fauna sobre el medi i servir com a guia dels futurs estudis que tractin d'estudiar i resoldre la problemàtica en qüestió.

A partir d'aquest punt s'han formulat un seguit hipòtesis a comprovar. La primera és si el nombre de transaccions d'amfibis regulades pel CITES van en augment, cosa que sembla força probable degut a que el ritme d'arribada d'espècies exòtiques ha incrementat considerablement a partir de les últimes dècades del segle XX i, una de les explicacions és el creixement que ha experimentat el comerç de fauna, inclosos els amfibis (Mateo, Ayres & López, 2011). En segon lloc, entrant a la següent hipòtesis, també es planteja si la legislació és prou estricta com per evitar els danys que s'originen amb l'arribada d'una espècie que podria acabar essent invasora o amb l'arribada d'alguna espècie que es troba en perill d'extinció al medi del qual s'hauria importat, cosa que perjudicaria l'ecosistema d'on prové l'espècimen; donada la rellevància que té el CITES a nivell internacional s'espera que no hi hagi cap espècie regulada pel conveni a la natura actuant com a invasora, ja que significaria que aquesta s'ha introduït il·legalment o que el CITES ha donat permís, erròniament, de la seva importació/exportació i, de la mateixa manera, s'espera que no hagi arribat cap espècie que estigui o pugui estar en perill d'extinció per culpa del comerç. Per últim, la tercera hipòtesis que planteja aquest estudi diu que el comerç d'amfibis té un impacte significatiu sobre el medi receptor d'aquesta fauna, la qual pot desequilibrar el medi i pot comportar l'extinció de la fauna autòctona, per l'arribada de patògens o pel mateix desequilibri que es genera a l'ecosistema amb les noves interaccions d'espècies que es produiran, per exemple (Pleguezuelos, Márquez & Lizana, 2002). Aquesta darrera hipòtesi es comprovarà mirant si hi ha espècies comerciades a l'Espanya peninsular que hagin aconseguit arribar al medi. Addicionalment, també es plantejarà l'impacte que pot tenir el comerç sobre els ecosistemes nadius de les espècies importades.

Objectives

As has been mentioned before, the number of invasive species and the traffic in fauna, whether it is voluntary or not, has increased considerably in the past years. The following study has, as its aim, to analyse the situation pertaining to Spain with respect to exotic amphibians and, if possible, to the problematic situation with respect to commerce.

To do so, it was necessary to investigate the species controlled by CITES, the species commercialised in Spain and the exotic species which are found in the area of study, understanding such to be peninsular Spain. And, in this way, once these objectives have been met, to look to define what impact can be attributed to commerce on the biodiversity of the environment and, in consequence, evaluate the commercial pressures on the introductions of species to geographic areas which are not of native form. After all this there will be an analysis of the anuras, the urodelas and caecilians, orders which are found within the amphibians class.

Having said this, the general objective of the work is to understand the problematic area of the traffic of amphibians to Spain, dwell on the consequences which the commerce in fauna has on the environment and serve as a guide to future studies which aim to study and resolve the problematic area in question.

Starting from this point, a testing hypothesis was formulated. The first is if the number of transactions in amphibians regulated by CITES is increasing, something which is quite probable due to the fact that an increasing rate of arrivals of exotic species has increased considerably over the last decades of the XX century and, one of the explanations is the growth which the commerce in fauna has experienced, including the amphibians (Mateo, Ayres & López, 2011). Secondly, entering into the following hypothesis, whether the legislation is sufficiently strict to avoid the damage which is caused by the arrival of a species which can become invasive or with the arrival of some species which is found to be in danger of extinction from the environment from which it has been imported, something which prejudices the ecosystem from which the specimen originates; given the international relevance of CITES, it is to be hoped that no convention-regulated species be acting as invasive, as this would mean that this introduction would have been illegal or that CITES had given permission, erroneously, for its importation/exportation and, in the same manner, it is hoped that no species has arrived which is in danger of extinction because of commercial pressures. Finally, the third hypothesis proposed by this study is that the commerce in amphibians has a significant impact on the receptor environment for this fauna, which may imbalance the environment and may result in the extinction of autochthonous fauna, through the arrival of pathogens or the same imbalance which is generated in the ecosystem and the new interactions with species that are produced, for example example (Pleguezuelos, Márquez & Lizana, 2002). This last hypothesis is compared by looking if there are commercialised species in Peninsular Spain which have ended up in the environment. Additionally, the proposal is to study the impact of commerce on the native ecosystems of the imported species.

Metodologia

Per a la realització del treball s'ha seguit una metodologia que es pot dividir en tres grans parts: recerca bibliogràfica, recull de dades i tractament de dades.

1) Recerca bibliogràfica

Per començar s'ha realitzat una recerca bibliogràfica on s'han buscat, llegit i tractat un seguit d'articles que estudien una temàtica similar: la problemàtica de les espècies invasores d'amfibis i les conseqüències que tenen pel medi i la resta de les espècies; així com les vies d'introducció d'aquests organismes a zones que estiguin fora de la seva àrea de distribució natural. Aquest punt és indispensable per poder començar l'estudi, ja que permet endinsar-se dins la problemàtica i conèixer les fonts que serviran per fer una base de dades en el següent apartat.

2) Generació de la base de dades

Per tal d'assolir els objectius marcats s'han recollit un seguit de dades que, en conjunt, permeten conèixer les espècies d'amfibis que han arribat a Espanya a partir del CITES, les espècies que es troben comercialitzades a nivell intern del país i els amfibis exòtics invasors que estan presents al medi.

Per identificar les espècies que han arribat de forma regulada a Espanya s'ha fet una consulta a la base de dades sobre transaccions disponible al portal web del Conveni sobre el Comerç Internacional d'Espècies Amenaçades de Fauna i Flora Silvestres (CITES). Tenint en compte que aquest conveni impedeix el comerç d'aquells espècimens inclosos a l'apèndix I, II i III, excepte que hi hagi un acord al mateix conveni (Taula 1). Així doncs, també s'han consultat els apèndixs comentats per saber quines espècies estan incloses al conveni a nivell espanyol.

Taula 1: Article II del Conveni sobre el comerç internacional d'espècies amenaçades de fauna i flora silvestres (Conveni sobre el Comerç Internacional d'Espècies Amenaçades de Fauna i Flora Silvestres, 1973).

Apèndix I	L'apèndix I inclou totes aquelles espècies que estiguin en perill d'extinció que estan o poden estar afectades pel comerç. El comerç d'aquestes espècies haurà d'estar subjecte a una reglamentació particularment estricta amb l'objectiu de no posar en perill la seva supervivència i només s'autoritzarà en circumstàncies excepcionals.
Apèndix II	L'apèndix II inclou aqueles espècies que no es troben en perill d'extinció però que hi podrien arribar si els espècimens d'aquestes espècies no estan subjectes a una reglamentació estricta que sigui compatible amb la seva supervivència. També recull aquelles que no estan afectades pel comerç però que també s'han de regular amb l'objectiu de permetre un control eficient per si s'acabés produint.
Apèndix III	L'apèndix III inclou totes aquelles espècies que qualsevol de les parts (Estat que té el CITES en vigor) manifesti que es troben legislades per una reglamentació sota la seva jurisdicció amb l'objecte de prevenir o restringir la seva explotació.
Cap dels estats que tinguin el CITES en vigor pot permetre el comerç d'espècimens d'espècies incloses als apèndixs I, II i III; excepte que hi hagi un acord amb el mateix conveni:	
<ul style="list-style-type: none">- Les espècies incloses dins l'apèndix I només podran ser importades quan no hi hagi un objectiu comercial i en casos excepcionals, com per la investigació científica. En aquests casos serà necessari un permís d'importació i un d'exportació per part dels estats implicats.- El comerç de les espècies incloses dins l'apèndix II només serà possible si la transacció no posa en perill la supervivència d'aquestes. En qualsevol cas serà necessari un permís de d'exportació.	

- Pel que fa a les espècies incloses a l'apèndix III, només es podrà comerciar amb elles si l'estat exportador no ha obtingut els espècimens en contra de la legislació vigent, sobre la protecció de flora i fauna, i si el transport no comporta perill pels individus. Com a demostració serà necessari un certificat d'origen i, en el cas que el país exportador també tingui l'espècie dins l'apèndix III, també s'haurà de disposar d'un permís d'exportació per part de l'estat on hi havia els individus.

Pel que fa a les espècies que es comercialitzen a l'interior de l'estat s'ha fet una recerca a la web, concretament s'ha buscat en els següents portals: DNAT ecosistemes, Animal Center, Exofauna, Artroposfera, Tierra Exòtica, Mascotas Algama, Sociedad Acuariófila Valenciana, Tritón (Taula 2).

Taula 2: Descripció dels portals webs utilitzats per la cerca d'amfibis comercialitzats.

DNAT Ecosistemes	Tenda online, no disposa de tenda física, on es comercialitzen peixos, plantes, ocells, rèptils, amfibis, gossos, gats, petits mamífers, invertebrats, material d'aquariofilia i llibres i revistes.	http://www.dnatecosistemas.es/
Animal Center	Empresa dedicada a la cria en captivitat i venda d'animals exòtics on es poden comprar rèptils, amfibis, mamífers i artròpodes, a part de la venda d'accessoris i aliment per la fauna.	https://www.animalcenter.es/
Exofauna	Tenda online especialitzada en animals exòtics on es poden comprar animals d'aquari d'aigua dolça i d'aquari marí, animals de terrari i petits mamífers. A part de diferents accessoris i aliment pels animals.	https://exofauna.com/
Artroposfera	Tenda online i física (situada a Torrijos, Toledo) especialitzats en animals exòtics on es poden comprar artròpodes, rèptils i amfibis. A part d'accessoris i alimentació.	https://artroposfera.es/
Tierra exòtica	Tenda online i física, situada a Sabadell, que es dedica a la venda de peixos, animals exòtics i petits mamífers. A més, ven accessoris i aliment.	http://tierraexotica.es/
Mascotas Algama	Tenda online i física (situada a Cádiz) on es pot comprar amfibis, rèptils, invertebrats, peixos, petits mamífers, productes alimentaris per la fauna i accessoris diversos com terraris o productes d'alimentació.	https://mascotasalgama.com/
Sociedad Acuariófila Valenciana	Tenda online i física, situada a València, on es poden comprar principalment peixos, tot i que també venen plantes, cargols i petits mol·luscos, tortugues, amfibis, gambes i crancs; a part de diferents accessoris i aliment per mantenir-los.	https://socav.com/
Tritón	Tenda online i física, situada a Madrid. Tenen a la venda rèptils, amfibis i invertebrats.	http://www.tritonreptiles.com/

Per últim, les espècies exòtiques que es troben al medi s'han aconseguit mitjançant les dades facilitades per Ornitho.cat, projecte coordinat per l'Institut Català d'Oncologia (ICO) i per l'EXOCAT, del Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF). També, per ampliar les dades disponibles d'espècies exòtiques, s'han incorporat les espècies d'amfibis recollides al *Catálogo Español d'Especies Exóticas Invasoras*, disponible dins el portal web del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) i, per últim també s'han inclòs aquelles que han

estat objecte d'estudi en els següents articles: *Anfibios y reptiles naturalizados en España: Los anfibios y reptiles naturalizados en España: Historia y evolución de una problemática creciente* (Mateo, Ayres & López, 2011) i *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España* (Pleguezuelos *et al.*, 2002)

3) Tractament de dades

El treball, com s'ha comentat a l'apartat anterior es basa en l'anàlisi de tres bases de dades generades: espècies que han arribat a Espanya a partir del CITES, espècies comercialitzades a Espanya i amfibis exòtics que estan presents a l'Espanya peninsular.

De les bases de dades generades s'ha realitzat un tractament que es pot desglossar en dos apartats. El primer es tracta d'un anàlisi de la base de dades obtinguda del CITES, on s'ha fet un estudi per conèixer millor la situació en que es troba Espanya en relació al tràfic regulat d'amfibis i de l'evolució que hi ha hagut al llarg del temps. En el segon apartat, en canvi, s'han utilitzat les tres bases de dades generades per extreure'n una conclusió comuna; en aquest cas s'ha aplicat un índex de similitud d'espècies entre les diferents bases de dades per quantificar quin pes té el CITES sobre l'arribada d'espècies al·lòctones i per veure quines coincidències hi ha entre les espècies que es comercialitzen a Espanya i les que es troben al medi. Aquesta anàlisi és útil per explorar la hipòtesi que postula que el comerç intern és una via d'introducció important d'espècies fora de la seva àrea de distribució natural.

3.1) Estudi de la base de dades del CITES

El present apartat es basa en els amfibis que es troben protegits pel conveni, aquells que la legislació dona especial atenció per evitar danys perjudicials sobre la biodiversitat i que estan inclosos als apèndixs I, II i III del mateix conveni: els amfibis que estan en perill d'extinció i que les conseqüències del comerç poden ser determinants per l'extinció de l'espècie, els que podrien estar en perill d'extinció si el comerç d'aquests amfibis no està degudament regulat i els que estan protegits per alguns dels estats membres per estar en una situació delicada al país, Espanya en aquest cas (Taula 1).

D'altra banda, el CITES també disposa d'una base de dades on s'hi recullen les diferents transaccions d'organismes; d'aquesta, s'ha utilitzat les dades dels amfibis. Hi havia casos on no hi havia la importació o l'exportació no estava completa; no hi havia el nombre d'individus afectats. Per poder treballar amb un volum més gran de dades s'ha agafat aquelles que estaven completes, que informaven tant del nombre d'individus importats com el nombre d'individus exportats, amb l'objectiu de trobar la relació que hi ha entre les dos variables i poder completar les cel·les buides. De manera que, coneixent el nombre d'individus exportats, es podia deduir el nombre d'individus importats i viceversa. A més, per treballar amb una sola dada per any s'ha fet un sumatori d'aquelles que compartien un mateix any; això s'ha fet per anurs, per caudats, per cecílies i pel conjunt.

A partir de la base de dades sobre el comerç que disposa el CITES s'ha realitzat un estudi de tendència temporal sobre el nombre d'individus exportats i importats en relació als anys per saber si les transaccions van en augment o cada cop arriben menys organismes de fora el país; tot això respecte els anurs, els caudats, les cecílies i els tres grups conjuntament. Per poder determinar la tendència que han seguit les transaccions s'ha optat per fer un test de correlació de les exportacions i de les importacions amb el temps. De manera que si hi ha una correlació

significativa, prenent el nivell de significació de $\alpha=0.05$, significarà que hi ha una tendència clara; una tendència a l'augment si el coeficient de correlació és positiu o una tendència decreixent si el coeficient és inferior a zero. Tot això tenint en compte que si les dades segueixen una distribució normal s'utilitzarà el test de correlació de Pearson, el qual és paramètric, i si no són normals s'utilitzarà un test de correlació no paramètric anomenat test de correlació de Spearman. Per comprovar la normalitat de les dades s'ha utilitzat el Test de Shapiro-Wilk.

Adicionalment, s'ha mirat qui és el principal exportador d'amfibis i quin és l'origen d'aquests animals. Tot això a partir de la mateixa base de dades del CITES on hi ha indicat, juntament amb el nombre d'individus enviats a cada transacció, el país de procedència dels espècimens i l'origen d'aquests. Recalcant que l'origen pot ser un dels següents: animals criats en captivitat; animals nascuts en captivitat; animals confiscats; animals que han sigut agafats de la natura, on haguessin tingut molt poques probabilitats de sobreviure a la vida adulta; animals agafats de la natura i font desconeguda.

3.2) Índex de similitud entre les diferents bases de dades

Per relacionar les espècies exòtiques presents al medi, les que es comercialitzen i les que es troben al CITES s'ha utilitzat un índex de similitud qualitatiu anomenat índex de Sorensen (I_S). L' I_S es basa en l'absència-presència d'espècies per trobar el grau de similitud entre els diferents hàbitats i va de 0 a 1, sent 0 comunitats completament diferents i 1 comunitats idèntiques. En aquest cas, però, no s'utilitzarà per estudiar la similitud entre diferents comunitats, sinó que servirà per comparar diferents bases de dades. Per poder fer el càlcul s'utilitza la fórmula representada la figura 2 (extreta de Alvarez *et al.*, 2004). L'interessant d'aquest índex és que dona molta importància a les espècies compartides entre les comunitats, més que altres índexs similars, com l'índex de similitud de Jaccard; aquest fet fa que sigui més útil pel present estudi, ja que el que es busca és trobar si les diferents bases de dades comparteixen moltes o poques espècies.

$$I_S = \frac{2c}{a+b}$$

- a: Nombre d'espècies a la comunitat A
- b: Nombre d'espècies a la comunitat B
- c: Nombre d'espècies presents a les dues comunitats

Figura 2: Fórmula de l'índex de Sorensen.

Per fer l'anàlisi, s'ha de calcular l' I_S entre les 3 bases de dades, comparades de dues en dues, per tenir un valor quantitatiu de com d'iguals o de diferents són els tres grups. D'aquesta manera es podrà estimar quin pes té el conveni CITES en el tràfic d'anurs i urodels relacionat, en si mateix, amb el comerç d'aquesta fauna. A més, es podrà concloure quina proporció de les diferents espècies comercialitzades es troben en el medi.

Resultats

En el següent apartat s'inclou l'anàlisi del CITES, els resultats de la recerca dels amfibis comercialitzats i els exemplars exòtics que s'han trobat presents al medi. A més, hi ha l'índex de similitud de Sorensen calculat entre el conjunt de les dades mencionades. Tot això queda recollit en els següents quatre apartats.

1) Anàlisi de les dades del CITES

1.1) Espècies protegides pel CITES a Espanya

Les espècies d'amfibis que es troben protegides pel CITES s'han aconseguit a partir dels apèndixs actualitzats al 4 d'octubre del 2017 (taula 3):

Taula 3: Espècies recollides dins els apèndixs del CITES. *Calyptocephalella gayi*, *Cryptobranchus alleganiensis*, *Hynobius amjiensis* i *Salamandra algira* no s'han tingut en compte per no estar incloses dins la jurisdicció espanyola, a no ser que s'hagin introduït des dels països on si estan protegits, en cas de que l'espècie arribés a Espanya. Cal recordar que a l'apèndix III hi ha aquelles espècies que estan protegides per un o mes estat/s en concret; les espècies mencionades no reben protecció a Espanya (Conveni sobre el Comerç Internacional d'Espècies Amenaçades de Fauna i Flora Silvestres, apèndixs I, II i III; 2017). Marcat amb (*) aquelles espècies que han sigut comercialitzades a Espanya tot i estar regulades pel conveni. Anar al punt 2 de resultats per veure totes les espècies comercialitzades.

Espècies	Apèndix
<i>Altiphrynoïdes spp.</i>	Apèndix 1
<i>Amietophrynus channingi</i>	Apèndix 1
<i>Amietophrynus superciliares</i>	Apèndix 1
<i>Andrias spp.</i>	Apèndix 1
<i>Atelopus zeteki</i>	Apèndix 1
<i>Incilius periglenes</i>	Apèndix 1
<i>Nectophrynoïdes spp</i>	Apèndix 1
<i>Neurergus kaiseri</i>	Apèndix 1
<i>Nimbaphrynoïdes spp.</i>	Apèndix 1
<i>Telmatobius culeus</i>	Apèndix 1
<i>Adelphobates spp.*</i>	Apèndix 2
<i>Agalychnis spp.*</i>	Apèndix 2
<i>Allobates femoralis</i>	Apèndix 2
<i>Allobates hodli</i>	Apèndix 2
<i>Allobates myersi</i>	Apèndix 2
<i>Allobates zaparo</i>	Apèndix 2
<i>Ambystoma dumerilii*</i>	Apèndix 2
<i>Ambystoma mexicanum*</i>	Apèndix 2
<i>Ameerega spp.</i>	Apèndix 2
<i>Andinobates spp.</i>	Apèndix 2
<i>Anomaloglossus rufulus</i>	Apèndix 2
<i>Dendrobates spp.*</i>	Apèndix 2
<i>Dyscophus antongilii</i>	Apèndix 2
<i>Dyscophus boribory</i>	Apèndix 2
<i>Dyscophus guineti*</i>	Apèndix 2
<i>Dyscophus insularis</i>	Apèndix 2

<i>Epipedobates spp.*</i>	Apèndix 2
<i>Euphlyctis hexadactylus</i>	Apèndix 2
<i>Excidobates spp.</i>	Apèndix 2
<i>Hoplobatrachus tigerinus</i>	Apèndix 2
<i>Hyloxalus azureiventris*</i>	Apèndix 2
<i>Mantella spp.*</i>	Apèndix 2
<i>Minyobates spp.</i>	Apèndix 2
<i>Oophaga spp</i>	Apèndix 2
<i>Paramesotriton hongkongensis</i>	Apèndix 2
<i>Phyllobates spp.*</i>	Apèndix 2
<i>Ranitomeya spp.*</i>	Apèndix 2
<i>Rheobatrachus spp. (Excepto Rheobatrachus silus y Rheobatrachus vitellinus)</i>	Apèndix 2
<i>Scaphiophryne gottlebei</i>	Apèndix 2
<i>Scaphiophryne marmorata*</i>	Apèndix 2
<i>Scaphiophryne spinosa</i>	Apèndix 2
<i>Calyptocephalella gayi</i> (Chile)	Apèndix 3
<i>Cryptobranchus alleganiensis</i> (Estados Unidos de América)	Apèndix 3
<i>Hynobius amjiensis</i> (China)	Apèndix 3
<i>Salamandra algira</i> (Argelia)	Apèndix 3

1.2) Base de dades generada a partir de les transaccions regulades pel CITES

A partir de consultar les transaccions d'amfibis regulades pel CITES s'han obtingut els següents resultats, entenent com a tals les espècies que han estat comercialitzades, com a mínim un cop de forma regulada pel conveni (Taula 4).

Taula 4: Amfibis que han sigut comercialitzats de forma regulada pel CITES. Base de Dades sobre el Comerç CITES (1989-2017).

Espècie	Ordre
<i>Agalychnis callidryas</i>	Anura
<i>Conraua goliath</i>	Anura
<i>Dendrobates auratus</i>	Anura
<i>Dendrobates leucomelas</i>	Anura
<i>Dendrobates spp.</i>	Anura
<i>Dendrobates tinctorius</i>	Anura
<i>Dyscophus antongilii</i>	Anura
<i>Epipedobates tricolor</i>	Anura
<i>Lithobates catesbeianus</i>	Anura
<i>Mantella aurantiaca</i>	Anura
<i>Mantella baroni</i>	Anura
<i>Mantella betsileo</i>	Anura
<i>Mantella crocea</i>	Anura

Espècie	Ordre
<i>Mantella expectata</i>	Anura
<i>Mantella laevigata</i>	Anura
<i>Mantella madagascariensis</i>	Anura
<i>Mantella nigricans</i>	Anura
<i>Mantella pulchra</i>	Anura
<i>Mantella viridis</i>	Anura
<i>Oophaga histrionica</i>	Anura
<i>Oophaga pumilio</i>	Anura
<i>Oophaga sylvatica</i>	Anura
<i>Ranitomeya ventrimaculata</i>	Anura
<i>Ambystoma mexicanum</i>	Caudata
<i>Paramesotriton labiatus</i>	Caudata
<i>Tylosotriton asperrimus</i>	Caudata

Primer de tot s'ha fet una representació gràfica a partir de dues caixes de dispersió, una per anurs i l'altre per urodels; pel que fa a les cecílies no s'ha fet per l'absència de dades sobre transaccions. Tot això a partir d'un programa informàtic anomenat R, utilitzant el paquet R-Commander (Figura 3).

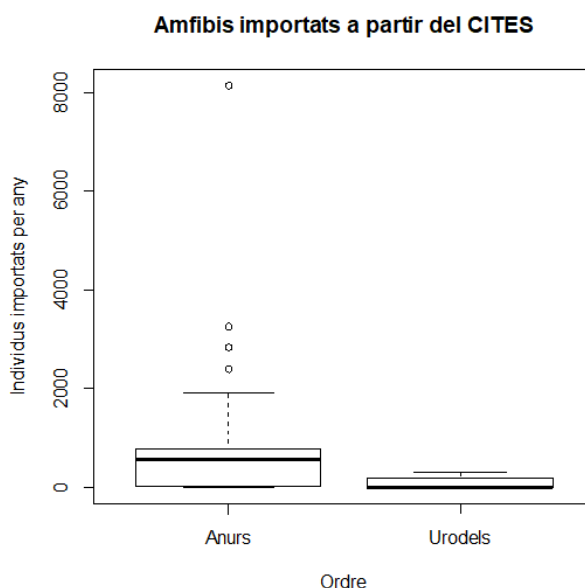


Figura 3: Caixes de dispersió representatives dels individus importats a Espanya per any. Les dades disponibles han sigut recollides del 1989 fins el 2017.

En segon lloc, a partir de les dades de les transaccions s'ha realitzat un estudi de tendència temporal sobre el número d'individus en relació als anys per saber si les importacions van en augment o cada cop arriben menys organismes de fora el país; tot això respecte els anurs, els caudats i els ordres conjuntament; però no per les cecílies, sobre les quals no hi ha cap transacció documentada.

Primer de tot s'ha comprovat el supòsit de normalitat, agafant un nivell de significació del 0,05 i tenint en compte que la hipòtesi nul·la diu que les dades són normals. Aquest només es compleix en els caudats i, en el cas de tractar els dos ordres conjuntament, només un cop transformades les dades mitjançant logaritme en base 10; d'altra banda, les dades dels anurs no segueixen una distribució normal, ni transformant les dades. En les dades que segueixen una distribució normal s'ha utilitzat el test de correlació de Pearson i, en les que no la segueixen, s'ha utilitzat un test no paramètric anomenat: test de correlació de Spearman. Pel que fa a les cecílies no hi ha registrada cap operació, la qual cosa comporta que no es poden incloure a l'anàlisi.

Anurs

Les dades dels anurs no segueixen una distribució normal ni transformant les dades, per aquesta raó, per estudiar si hi ha una relació de les importacions i de les exportacions respecte al temps, s'ha utilitzat el test de Spearman (Taula 5). La figura 4 i 5 mostren la tendència que han seguit les importacions i les exportacions d'anurs en relació a Espanya.

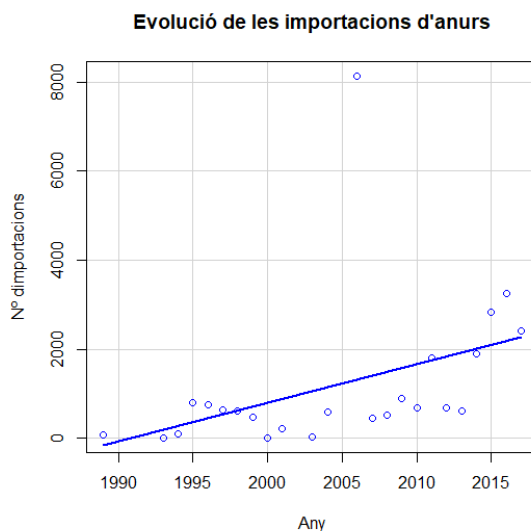


Figura 4: Representació gràfica de l'evolució de les importacions d'anurs al llarg del temps (1989-2017).

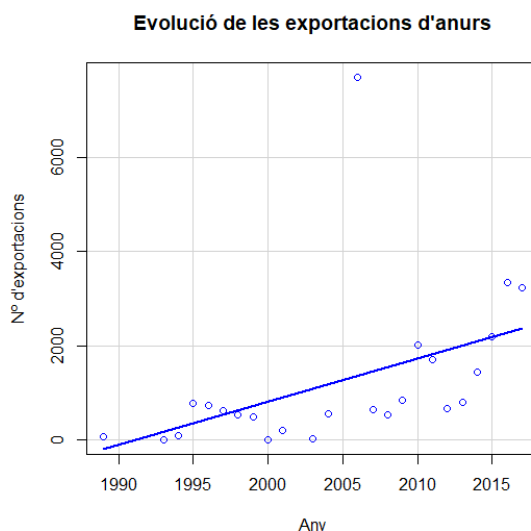


Figura 5: Representació gràfica de l'evolució de les exportacions d'anurs al llarg del temps (1989-2017).

Taula 5: Test d'Spearman sobre les importacions i les exportacions en relació als anys pel que fa als anurs. Indicat el valor p que indica si hi ha una correlació significativa, prenent α de 0,05; i el coeficient de correlació que indica si aquesta es positiva o no. Essent (*) indicador d'una correlació significativa.

	Importacions	Exportacions
Valor p del test de Spearman	0.001094*	0.00006528*
Rho, coeficient de correlació del test de Spearman	0.6356522	0.7232007

Caudats o urodels

En quant als caudats, les dades disponibles complien el supòsit de normalitat, per la qual cosa l'anàlisi s'ha fet a partir del test de correlació de Pearson (Taula 6). La figura 6 i 7 mostren la tendència que han seguit les importacions i les exportacions d'urodels en relació a Espanya.

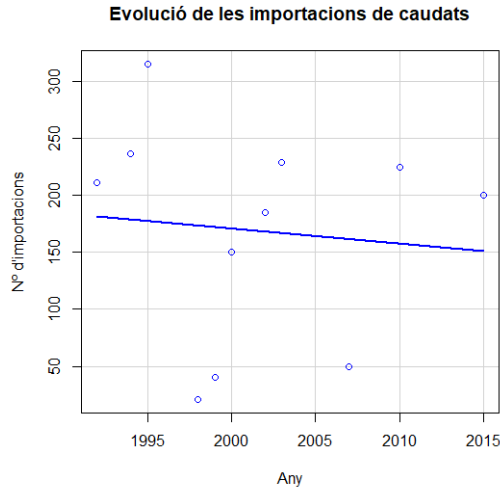


Figura 6: Representació gràfica de l'evolució de les importacions d'urodels al llarg del temps (1992-2015).

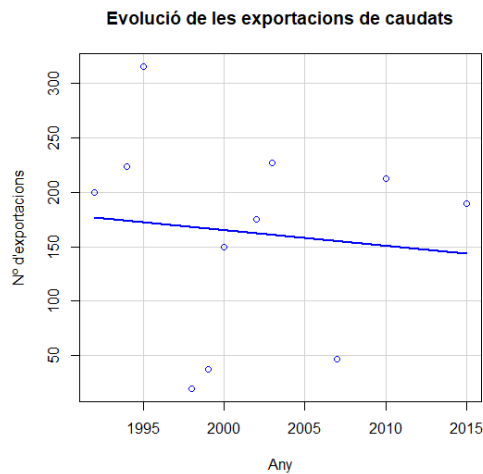


Figura 7: Representació gràfica de l'evolució de les exportacions de caudats al llarg del temps (1992-2015).

Taula 6: Test de Pearson sobre les importacions i les exportacions en relació als anys pel que fa als caudats. Indicat el valor p que indica si hi ha una correlació significativa, prenent α de 0,05; i el coeficient de correlació que indica si aquesta es positiva o no. Essent (*) indicador d'una correlació significativa.

	Importacions	Exportacions
Valor p del test de Pearson	0.7734	0.746
Coeficient de correlació del test de Pearson	-0.09845297	-0.1106566

Anurs i caudats

En estudiar els dos ordres conjuntament, sumant el nombre d'exemplars importats per una banda i els exportats per altra banda, les dades resultants només seguien el supòsit de normalitat transformant-les aplicant un logaritme en base 10. Seguidament, s'ha portat a terme el test de correlació de Pearson (Taula 7). La figura 8 i 9 mostren la tendència que han seguit les importacions i les exportacions d'amfibis en relació a Espanya.

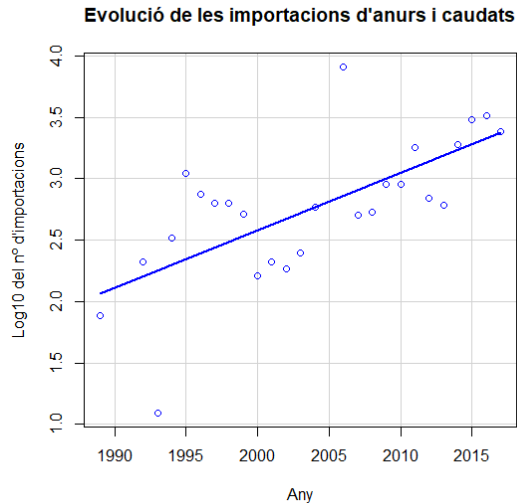


Figura 8: Representació gràfica de l'evolució de les importacions d'anurs i caudats al llarg del temps (1989-2017).

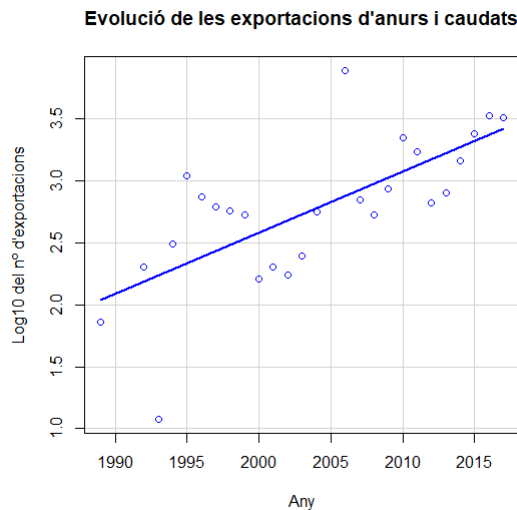


Figura 9: Representació gràfica de l'evolució de les exportacions d'anurs i caudats al llarg del temps (1989-2017).

Taula 7: Test de Pearson sobre les importacions i les exportacions en relació als anys pel que fa al conjunt dels anurs i caudats. Indicat el valor p que indica si hi ha una correlació significativa, prenent α de 0,05; i el coeficient de correlació que indica si aquesta es positiva o no. Essent (*) indicador d'una correlació significativa.

	Importacions	Exportacions
Valor p del test de Pearson	0.0001732*	0.00008361*
Coeficient de correlació del test de Pearson	0.6714095	0.6941944

Països exportadors

Per tal de conèixer quin és el principal exportador, s'han analitzat els diferents països que havien enviat individus a Espanya, tot això a partir de la base de dades de les transaccions que disposa el CITES on, com s'ha comentat anteriorment, no hi ha cap importació de cecilies. A partir de les dades disponibles s'ha quantificat el nombre d'exemplars d'anurs i de caudats que ha rebut Espanya dels diferents països, fent el sumatori de tots espècimens i considerant tots els anys disponibles: del 1989 al 2017. De l'anàlisi s'ha obtingut el resultat representat a la figura 10.

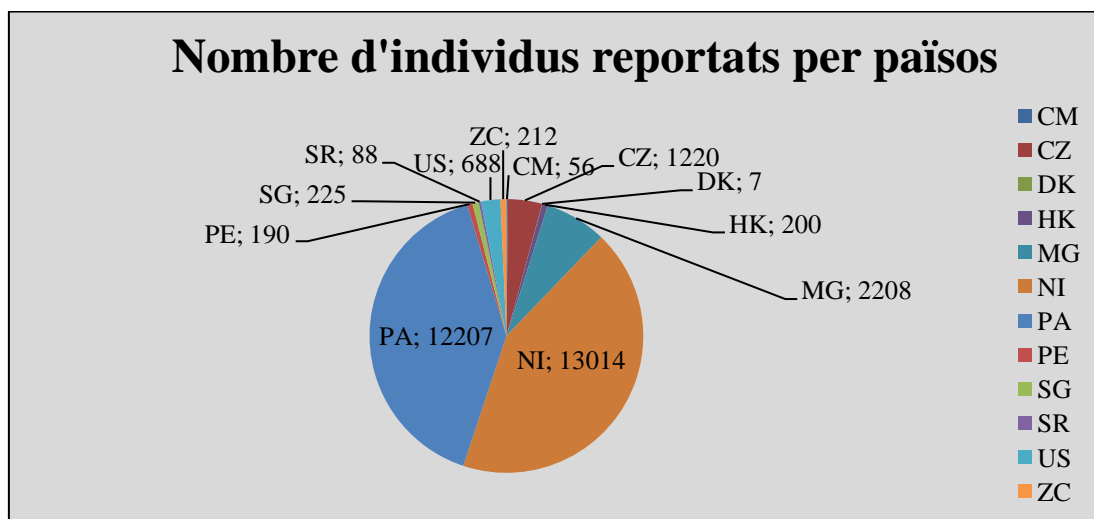


Figura 10: Nombre d'individus reportats a Espanya dels diferents països. Essent CM: Camerún, CZ: República Txeca, DK: Dinamarca, HK: Hong Kong, MG: Madagascar, NI: Nicaragua, PA: Panama, PE: Perú, SG: Singapur, SR: Suriname, US: Estats Units i ZC: Anterior Czechoslovàquia.

Tal i com mostren els resultats, els principals exportadors d'amfibis són Nicaragua, amb un 43%; Panama, amb un 40% i Madagascar, amb un 7%.

Procedència dels individus importats a Espanya

En aquest apartat hi ha els resultats de l'estudi de l'origen dels amfibis importats a Espanya, en quin entorn han sigut agafats/capturats per vendre'ls posteriorment (Figura 11). Tot això a partir de les diferents transaccions d'amfibis documentades.

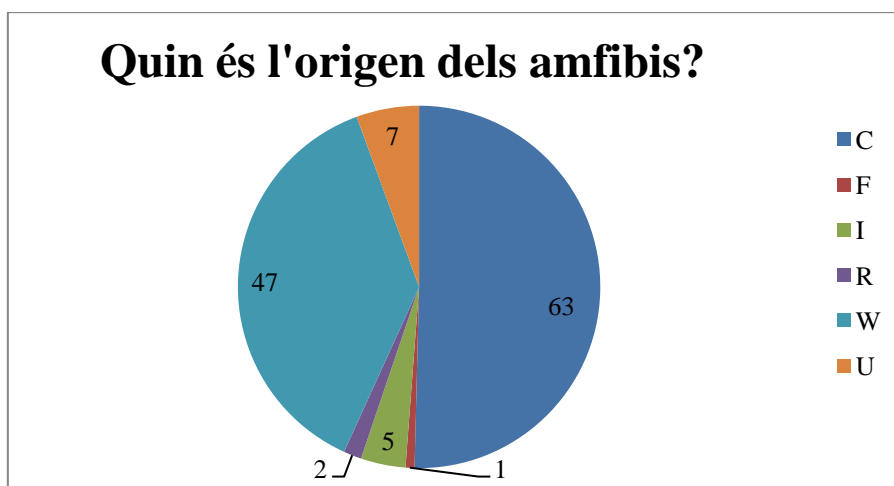


Figura 11: Procedència dels individus importats a Espanya. C = animals criats en captivitat; F = animals nascuts en captivitat; I = animals confiscats; R = animals que han sigut agafats de la natura, on haguessin tingut molt poques probabilitats de sobreviure a la vida adulta; W = animals agafats de la natura; U = font desconeguda.

2) Amfibis comercialitzats a Espanya

Per fer l'inventari s'han separat els anurs, els urodels i les cecílies i les dades s'han aconseguit a partir de la recerca sobre els portals web dels comerços indicats a la primera fila de les taules 8, 9 i 10, la primera fa referència als anurs, la segona als caudats i la última a les cecílies.

De les espècies trobades, n'hi havia que tenien el seu nom escrit de forma incorrecte, ja sigui perquè utilitzaven el nom científic antic o perquè hi havia faltes d'ortografia. En aquells exemplars tenien el nom escrit de forma incorrecta s'ha corregit directament utilitzant com a eina de guia una web que dona

informació sobre la història natural, l'estat de conservació i la taxonomia dels amfibis (AmphibiaWeb Database Search, 2019). Pels que tenien el nom que s'utilitzava temps enrere s'ha modificat a les taules 8, 9 i 10 i s'ha anotat, a la taula 11, el nom que donaven alguns dels portals web.

Taula 8: Anurs comercialitzats a Espanya. Essent 1 indicador de presència de l'espècie a la font, on és comercialitzada.

Espècie	DNAT Ecosistemes	Animal Center	Exofauna	Artroposfera	Tierra exòtica	Mascotas Algama	Sociedad Acuariófila Valenciana	Tritón
[1] <i>Incilius alvarius</i>	1			1		1		1
<i>Afrixalus dorsalis</i>	1							1
<i>Afrixalus fornasini</i>	1							
<i>Afrixalus paradorsalis</i>	1							
<i>Agalychnis callidryas</i>	1	1	1	1	1	1		1
<i>Arthroleptis poecilonotus</i>	1					1		
<i>Bombina orientalis</i>	1	1	1		1	1		
<i>Boophis albilabris</i>	1							
<i>Boophis goudotii</i>	1							
<i>Boophis luteus</i>	1							
<i>Boophis microtypanum</i>	1							
<i>Boophis rappiodes</i>	1							
<i>Boophis viridis</i>	1							
[2] <i>Rhaebo guttatus</i>	1							
[3] <i>Phrynoidis aspera</i>	1	1						
[4] <i>Anaxyrus cognatus</i>	1							
[5] <i>Anaxyrus debilis</i>	1	1				1		
<i>Bufo gargarizans</i>	1							
[6] <i>Duttaphrynus melanostictus</i>	1							
[7] <i>Anaxyrus punctatus</i>	1							
[8] <i>Sclerophrys regularis</i>	1	1			1	1		
[9] <i>Anaxyrus speciosus</i>	1							
[10] <i>Anaxyrus terrestris</i>	1					1		
<i>Ceratophrys cranwelli</i>	1	1	1		1	1		1
<i>Ceratophrys ornata</i>	1							
<i>Ceratophrys ornata/cranwelli</i>	1							
<i>Conraua goliath</i>	1							
<i>Dendrobates auratus</i>	1				1	1		
[11] <i>Hyloxalus azureiventris</i>	1							
[12] <i>Dendrobates tinctorius</i>	1		1	1	1			
[13] <i>Adelphobates galactonotus</i>	1							
<i>Dendrobates leucomelas</i>	1				1			
<i>Dyscophus guineti</i>	1	1				1		
[14] <i>Epipedobates tricolor</i>	1				1			
<i>Gastrophryne olivacea</i>	1							

<i>Heterixalus alboguttatus</i>	1				1		
<i>Heterixalus madagascariensis</i>	1						
<i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	1				1		
<i>hyalinobatrachium fleischmanni</i>	1				1		
<i>Hyla cinerea</i>	1	1	1		1		
[15] <i>Dendropsophus ebraccatus</i>	1				1		
<i>Hyla femoralis</i>	1						
<i>Hyla gratiosa</i>	1						
[16] <i>Dendropsophus microcephalus</i>	1						
[17] <i>Osteopilus vastus</i>	1						
<i>Hyla versicolor</i>	1						
<i>Hylarana erythraea</i>	1						
<i>Hymenochirus curtipes</i>	1					1	
<i>Hyperolius concolor</i>	1						
<i>Hyperolius fusciventris</i>	1						
<i>Hyperolius guttulatus</i>	1						
<i>Hyperolius pictus</i>	1						
<i>Hyperolius riggenbachi</i>	1						
<i>Kaloula pulchra</i>	1	1			1	1	
[18] <i>Phlyctimantis maculata</i>	1				1		
<i>Lepidobatrachus laevis</i>	1						
<i>Leptopelis argenteus</i>	1				1		
<i>Leptopelis hyloides</i>	1					1	
<i>Leptopelis nordequatorialis</i>	1						
<i>Leptopelis spiritusnoctis</i>	1						
<i>Leptopelis vermiculatus</i>	1				1		
<i>Lithobates pipiens</i>	1						
<i>Litoria aurea</i>	1						
<i>Litoria caerulea</i>	1	1	1		1		
<i>Litoria infrafrenata</i>	1	1					
<i>Litoria rubella</i>	1						
<i>Mantella betsileo</i>	1						
<i>Megophrys nasuta</i>	1						
<i>Microhyla pulchra</i>	1				1	1	
[19] <i>Rentapia hosii</i>	1						
[20] <i>Trachycephalus resinifictrix</i>	1						
[21] <i>Phrynomantis bifasciatus</i>	1					1	
[22] <i>Phrynomantis microps</i>	1						
<i>Phyllobates bicolor</i>	1						
<i>Phyllobates terribilis</i>	1				1		
<i>Phyllobates vittatus</i>	1				1		

<i>Phyllomedusa bicolor</i>	1								
<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	1						1		
<i>Phyllomedusa vaillanti</i>	1								
<i>Pipa parva</i>	1								
[23] <i>Hyllola regilla</i>	1								
<i>Pyxicephalus adspersus</i>	1								
<i>Pyxicephalus edulis</i>	1	1							
[24] <i>Odorrana livida</i>	1								
[25] <i>Polypedates leucomystax</i>	1						1		
<i>Rhacophorus pardalis</i>	1								
<i>Scaphiophryne madagascariensis</i>	1								
<i>Scaphiophryne marmorata</i>	1								
<i>Scaphiopus couchii</i>	1								
<i>Scaphiopus holbrookii</i>	1								
<i>Spea multiplicata</i>	1								
<i>Trichobatrachus robustus</i>	1								
<i>Xenopus fraseri</i>	1						1		
[26] <i>Chiromantis</i> sp.	1								
<i>Pipa pipa</i>		1							
[27] <i>Ranitomeya ventrimaculata</i>					1	1			
<i>Leptopelis uluguruensis</i>						1			
<i>Osteopilus septentrionalis</i>						1	1		1
[28] <i>Dendropsophus leucophyllatus</i>							1		1
<i>Hyperolius bolifambae</i>							1		
<i>Rhacophorus nigropalmatus</i>							1		
<i>Thelederma corticale</i>							1		
<i>Trachycephalus resinifictrix</i>							1		
<i>Agalychnis spurrelli</i>									1
Sumatori	104	94	13	6	4	20	27	1	7

Taula 9: Urodels comercialitzats a Espanya. Essent 1 indicador de presència de l'espècie a la font, on és comercialitzada.

Espècie	DNAT Ecosistemes	Animal Center	Exofauna	Artroposfera	Tierra exòtica	Mascotas Algama	Sociedad Acuariófila Valenciana	Tritón
<i>Ambystoma andersoni</i>	1							
<i>Ambystoma dumerilii</i>	1							
<i>Ambystoma maculatum</i>	1							
<i>Ambystoma mexicanum</i>	1	1			1	1	1	
<i>Ambystoma tigrinum</i>	1							
<i>Amphiuma means</i>	1							
<i>Cynops orientalis</i>	1	1			1	1	1	

<i>Desmognathus conanti</i>	1								
<i>Eurycea lucifuga</i>	1								
<i>Hynobius dunni</i>	1								
<i>Necturus maculosus</i>	1								
<i>Neurergus crocatus</i>	1								
<i>Notophthalmus viridescens</i>	1								
[29] <i>Paramesotriton labiatus</i>	1	1							
<i>Plethodon cinereus</i>	1								
<i>Plethodon glutinosus</i>	1								
<i>Pleurodeles sp</i>	1								
<i>Siren intermedia</i>	1								
<i>Siren lacertina</i>	1								
<i>Taricha granulosa</i>	1								
<i>Triturus carnifex</i>	1								
<i>Triturus dobrogicus</i>	1								
<i>Tylototriton verrucosus</i>	1								
<i>Pleurodeles waltl</i>				1					
<i>Pseudobranchius striatus</i>				1					
[30] <i>Lissotriton boscai</i>						1			
<i>Triturus dobrogicus</i>						1			
Sumatori	27	23	3	0	2	2	4	2	0

Taula 10: Cecílies comercialitzades a Espanya. Essent 1 indicador de presència de l'espècie a la font, on és comercialitzada.

Espècie	DNAT Ecosistemes	Animal Center	Exofauna	Artroposfera	Tierra exòtica	Mascotas Algama	Sociedad Acuariófila Valenciana	Tritón
<i>Herpele squalastoma</i>	1							
Sumatori	1	1						

Taula 11: Nom actual i nom utilitzat per, com a mínim, un dels comerços estudiats. De l'1 al 28 fan referència als anurs (Taula 8) i del 29 al 30 als urodels (Taula 9).

Referència	Nom actual	Nom utilitzat en varis comerços
1	<i>Incilius alvarius</i>	<i>Bufo alvarius</i>
2	<i>Rhaebo guttatus</i>	<i>Bufo guttatus</i>
3	<i>Phrynoidis aspera</i>	<i>Bufo aspera</i>
4	<i>Anaxyrus cognatus</i>	<i>Bufo cognatus</i>
5	<i>Anaxyrus debilis</i>	<i>Bufo debilis</i>
6	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	<i>Bufo melanostictus</i>
7	<i>Anaxyrus punctatus</i>	<i>Bufo punctatus</i>
8	<i>Sclerophrys regularis</i>	<i>Amietophrynus regularis</i> i <i>Bufo regularis</i>

9	<i>Anaxyrus speciosus</i>	<i>Bufo speciosus</i>
10	<i>Anaxyrus terrestris</i>	<i>Bufo terrestris</i>
11	<i>Hyloxalus azureiventris</i>	<i>Dendrobates azureiventris</i>
12	<i>Dendrobates tinctorius</i>	<i>Dendrobates azureus</i>
13	<i>Adelphobates galactonotus</i>	<i>Dendrobates galactonotus</i>
14	<i>Epipedobates tricolor</i>	<i>Dendrobates tricolor</i>
15	<i>Dendropsophus ebraccatus</i>	<i>Hyla ebraccata</i>
16	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	<i>Hyla microcephala</i>
17	<i>Osteopilus vastus</i>	<i>Hyla vasta</i>
18	<i>Phlyctimantis maculata</i>	<i>Kassina maculata</i>
19	<i>Rentapia hosii</i>	<i>Pedostibes hosii</i>
20	<i>Trachycephalus resinifictrix</i>	<i>Phrynohyas resinifictrix</i>
21	<i>Phrynomantis bifasciatus</i>	<i>Phrynomerus bifasciatus</i>
22	<i>Phrynomantis microps</i>	<i>Phrynomerus microps</i>
23	<i>Hyllola regilla</i>	<i>Pseudacris regilla</i>
24	<i>Odorrana livida</i>	<i>Rana livida</i>
25	<i>Polypedates leucomystax</i>	<i>Rhacophorus leucomystax</i>
26	<i>Chiromantis</i> sp.	<i>Xiromantis</i> sp.
27	<i>Ranitomeya ventrimaculata</i>	<i>dendrobates ventrimaculatus</i>
28	<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>	<i>Hyla leucophyllata</i>
29	<i>Paramesotriton labiatus</i>	<i>Pachytriton labiatus</i>
30	<i>Lissotriton boscai</i>	<i>Triturus boscai</i>

3) Amfibis exòtics presents al medi

L'objectiu del següent apartat és sintetitzar la informació sobre les espècies exòtiques que hi ha dins l'àrea d'estudi per, seguidament, poder establir si el comerç de fauna ha estat la causa de l'arribada d'aquestes espècies a una àrea geogràfica a la qual no pertany, posant en perill la biodiversitat que conté.

A la taula 12 hi ha les espècies exòtiques presents a Catalunya. Aquestes s'han aconseguit mitjançant les dades facilitades per Ornitho i Exocat. Cal tenir present que Ornitho i EXOCAT treballen a una escala geogràfica que només inclou Catalunya i hi ha espècies que, tot i ser al·lòctones al territori català, són autòctones a Espanya, com és el cas de *Ichthyosaura alpestris*. En aquests casos les espècies no es tindran en compte a l'hora d'extreure conclusions que facin referència a l'Espanya peninsular.

Taula 12: Espècies exòtiques de Catalunya. Extretes de les dades facilitades per Exocat i Ornitho. Marcat amb (*) les espècies al·lòctones a Catalunya però autòctones a Espanya. Indicat amb (1) la presència de l'espècie a la base de dades de la font.

Espècie	Ordre	Exocat	Ornitho
<i>Bufo mauritanicus</i> (= <i>Sclerophrys mauritanica</i>)	Anur	1	
<i>Discoglossus pictus</i>	Anur	1	
<i>Lithobates catesbeianus</i> (= <i>Rana catesbeiana</i>)	Anur	1	
<i>Xenopus laevis</i>	Anur	1	

<i>Cynops pyrrhogaster</i>	Urodel	1	
<i>Ichthyosaura alpestris</i> *	Urodel	1	1
<i>Lissotriton boscai</i> *	Urodel	1	
<i>Ommatotriton ophryticus</i>	Urodel	1	
<i>Triturus cristatus</i>	Urodel	1	1

D'altra banda, a la taula 13, hi ha les espècies exòtiques a l'Espanya peninsular. En aquest cas, les dades s'han aconseguit a partir del Catálogo Español d'Especies Exóticas Invasoras, a través d'Ornitho i Exocat i amb els articles *Anfibios y reptiles naturalizados en España: Los anfibios y reptiles naturalizados en España: Historia y evolución de una problemática creciente* (Mateo, Ayres & López, 2011) i *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España* (Pleguezuelos *et al.*, 2002).

Taula 13: Espècies exòtiques presents a l'Espanya peninsular. Extret de les següents fonts: Font 1 = Catálogo Español d'Especies Exóticas Invasoras; Font 2 = Ornitho; Font 3 = Exocat; Font 4 = (Pleguezuelos *et al.*, 2002); Font 5 = (Mateo, Ayres & López, 2011). Indicat amb (1) la presència de l'espècie a la base de dades de la font. És interessant recalcar la classificació que segueix l'article *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España* (Pleguezuelos *et al.*, 2002): IR = Introducció recent; IA = Introducció antiga; EA = Espècie aclimatada; explicat amb més detall a continuació.

Espècie	Ordre	Font 1	Font 2	Font 3	Font 4	Font 5
<i>Bufo blombergi</i> (= <i>Rhaebo blombergi</i>)	Anur				1 [EA]	
<i>Bufo mauritanicus</i> (= <i>Sclerophrys mauritanica</i>)	Anur			1	1 [IA]	1
<i>Discoglossus pictus</i>	Anur			1	1 [IA]	1
<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	Anur	1				
<i>Hyla meridionalis</i>	Anur				1 [IA]	1
<i>Lithobates catesbeianus</i> (= <i>Rana catesbeiana</i>)	Anur	1		1	1 [IR]	1
<i>Pelophylax kl. esculentus</i>	Anur					1
<i>Rana lessonae</i> (= <i>Pelophylax lessonae</i>)	Anur				1 [IR]	1
<i>Rana ridibunda</i> (= <i>Pelophylax ridibundus</i>)	Anur				1 [IR]	1
<i>Rhinella marina</i>	Anur	1				
<i>Xenopus laevis</i>	Anur	1		1		
<i>Cynops pyrrhogaster</i>	Urodel			1	1 [EA]	
<i>Ommatotriton ophryticus</i>	Urodel			1		1
<i>Triturus cristatus</i>	Urodel		1	1		

La problemàtica del comerç també afecta a nivell intranacional, per aquesta raó interessa remarcar la classificació elaborada a *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España* (Pleguezuelos *et al.*, 2002) (Taula 14). A la classificació, a part d'assenyalar les espècies introduïdes en funció de si és una introducció recent o una introducció antiga {Glossari, 8}, agafant la meitat del segle XX com a referència, també recalca les translocacions {Glossari, 9} i les espècies aclimatades {Glossari, 10}. Un bon exemple de les translocacions és *Hyla meridionalis*, coneguda com la reineta meridional, la qual va ser introduïda a Espanya i va acabar sent dispersada per diferents regions, per això apareix com a espècie introduïda i com a translocada.

Taula 14: Espècies introduïdes, aclimatades i/o translocades a Espanya segons la classificació elaborada a l'article *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España* (Pleguezuelos et al., 2002). Vegeu els punts 8, 9 i 10 del glossari.

Espècie	Ordre	Tipus d'introducció
<i>Bufo blombergi</i> (= <i>Rhaebo blombergi</i>)	Anur	Espècie aclimatada
<i>Bufo mauritanicus</i> (= <i>Sclerophrys mauritanica</i>)	Anur	Introducció antiga
<i>Discoglossus pictus</i>	Anur	Introducció antiga
<i>Hyla meridionalis</i>	Anur	Introducció antiga
<i>Hyla meridionalis</i>	Anur	Translocacions a la península
<i>Pleurodeles waltl</i>	Anur	Translocacions a la península
<i>Rana catesbeiana</i>	Anur	Introducció recent
<i>Rana lessonae</i> (= <i>Pelophylax lessonae</i>)	Anur	Introducció recent
<i>Rana ridibunda</i> (= <i>Pelophylax ridibundus</i>)	Anur	Introducció recent
<i>Cynops pyrrhogaster</i>	Urodel	Espècie aclimatada
<i>Triturus alpestris</i>	Urodel	Translocacions a la península
<i>Triturus</i> (= <i>Lissotriton</i>) <i>helveticus</i>	Urodel	Translocacions a la península
<i>Triturus marmoratus</i>	Urodel	Translocacions a la península

4) Índex de similitud

Per relacionar les espècies exòtiques presents al medi, les que es comercialitzen i les que es troben al CITES s'ha utilitzat l'índex de Sorensen (I_s). Els resultats estan recollits a la taula 15.

Taula 15: Índex de similitud de Sorensen calculat per la relació dos a dos entre les espècies exòtiques presents al medi, les que es comercialitzen i les que es troben protegides pel CITES.

	Índex de similitud de Sorensen
CITES - Comerç a la web	0,186
CITES - Medi	0
Comerç a la web - Medi	0,014

Tal i com es pot observar, i sabent que com més pròxim a 1 més semblança d'espècies indiquen els índexs, s'observa que hi ha poques espècies regulades pel CITES que es troben tan comercialitzades com en el medi. De la mateixa manera, també hi ha poca relació entre les espècies exòtiques comercialitzades i les que es troben al medi.

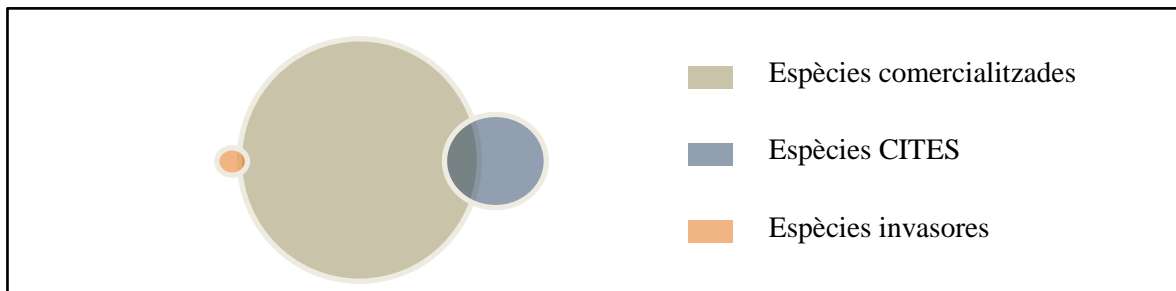


Figura 12: Representació gràfica de les tres unitats de treball. La mida de cada un depèn del número d'espècies o gèneres que conté i el solapament indica el grau de similitud d'espècies o gèneres entre les diferents unitats.

Discussió

L'estudi partia de tres hipòtesis a verificar o refutar: el número de transaccions d'amfibis regulades pel CITES van en augment; la legislació és prou eficient com per evitar l'entrada d'amfibis regulats pel conveni CITES a Espanya i, per últim, es plantejava si el comerç d'amfibis exòtics té un impacte negatiu sobre el medi. Els resultats que s'han extret durant l'estudi han verificat la primera i la tercera hipòtesi, però la segona ha quedat refutada.

En primer lloc, s'observa que el número de transaccions regulades pel conveni van en augment, tant importacions com exportacions. Les correlacions, agafant un nivell de significació del 0.05, mostraven un augment significatiu en el comerç d'anurs; i així quedava demostrat amb la correlació positiva i significativa del número d'importacions i exportacions dels anurs amb el temps. D'altra banda, en els urodels no s'observava cap tendència significativa i en les cecílies no hi havia cap transacció documentada. Si s'agafaven tots els ordres conjuntament els resultats manifestaven que el número d'importacions i exportacions d'amfibis augmentava (Figures 4-9). Però cal recalcar que aquest increment generalitzat en amfibis és conseqüència del comerç amb anurs, els quals es veuen molt més implicats en el tràfic de fauna, almenys per les dades que disposa el CITES (Figura 3). En aquest estudi s'ha vist un augment en les transaccions regulades d'amfibis des de que se'n disposen dades (1989-2017), però aquest increment és generalitzat per la majoria de les espècies que es comercialitzen; i, de fet, una de les raons principals que ha fet augmentar la problemàtica de les espècies exòtiques invasores és el creixement que ha experimentat el mateix comerç (IUCN, 2000). Per donar una idea, els primers intercanvis de flora i fauna entre Europa i Amèrica es van començar a produir poc després de la conquesta europea al continent americà però aquestes transaccions eren poc rellevants en comparació al que està passant a partir de la meitat del segle XX, on els ritmes d'introduccions han pres valors sense precedents, gràcies a l'eficiència del transport i de l'augment de l'activitat comercial, estigui directament encarada al transport de flora o fauna o no (Zilletti & Suárez Álvarez, 2013).

Entrant a la segona hipòtesi, s'ha vist que hi ha espècies que, tot i estar regulades pel CITES, poden ser comercialitzades posant en perill la seva supervivència i l'estat de l'ecosistema d'on provenen. En un principi, no s'esperava trobar espècies protegides en els comerços estudiats, però a la recerca realitzada se'n van trobar varis exemples. Com s'ha comentat a la taula 1, el CITES classifica les espècies que protegeix en tres apèndixs. Pel que fa al tercer apèndix, el qual depèn de cada estat que forma part del conveni, Espanya no hi té cap espècie d'amfibi a la llista. Així doncs, no té perquè considerar les espècies que hi ha incloses, a no ser que en les transaccions d'aquestes hi hagi una implicació d'algun estat on sí que estiguin regulades per l'apèndix mencionat. De totes maneres, Espanya sí que es veurà afectada pels dos primers apèndixs, com la resta dels països. Arribats a aquest punt, és interessant destacar que no hi havia cap espècie comercialitzada inclosa en el primer apèndix, però sí que n'hi havia en el segon; concretament un total de 12 espècies i/o gèneres comercialitzats a l'interior de l'estat. Aquests són: *Scaphiophryne marmorata*, *Ranitomeya spp.*, *Phyllobates spp.*, *Mantella spp.*, *Hyloxalus azureiventris*, *Epipedobates spp.*, *Dyscophus guineti*, *Dendrobates spp.*, *Ambystoma mexicanum*, *Ambystoma dumerilii*, *Agalychnis spp.* i *Adelphobates spp.* Aquestes espècies/gèneres han sigut objecte de comerç a Espanya tot i estar regulats pel CITES i, sabent que no són autòctones del país hi ha dos possibles explicacions, aquests s'han introduït il·legalment o el CITES ha donat permís de la seva importació/exportació. Si bé és cert que les espècies incloses als apèndixs I i II poden ser objecte de transaccions, aquestes operacions només es poden dur a terme si es compleixen un seguit de requisits establerts pel mateix conveni i, concretament, les que es troben a l'apèndix II només podran ser exportades i/o importades si això no posa en perill la seva supervivència (Taula 1). Si s'analitza la base de dades sobre les transaccions regulades pel CITES s'observa que, de les espècies citades anteriorment, només sis dels dotze gèneres/espècies han arribat a partir del conveni; aquestes són:

Ranitomeya ventrimaculata, 10 espècies del gènere *Mantella spp.*, *Epipedobates tricolor*, 3 espècies del gènere *Dendrobates*, *Ambystoma mexicanum* i *Agalychnis callidryas* (Taula 4). Pel que fa a la resta, al no estar documentades pel CITES, sembla que l'origen és el tràfic il·legal. Segons l'informe d'amenaça del delictes ambiental a la Unió Europea dut a terme per l'Europol (Oficina Europea de Policia) els grups criminals organitzats que es dediquen al tràfic il·legal d'espècies, tant de fauna com de flora, cada cop mostren més interès per les espècies protegides pel CITES; i això és conseqüència de l'increment que està experimentant la demanda d'animals més rars i valuosos. El que ha fet possible aquest augment del tràfic il·legal de fauna i flora és la dificultat que té la legislació a veure les operacions, convertint-se en una forma relativament segura en comparació als guanys econòmics que suposen. A més, segons el mateix informe, la demanda no para de créixer i l'internet ha facilitat la feina dels grups criminals organitzats, els quals poden mantenir el contacte amb clients potencials i informar-los de forma ràpida i segura dels seus serveis, així com informar-se de les noves comandes que els clients fan arribar (Europol, 2013).

Per últim, la tercera hipòtesi queda verificada, tot i que només ha estat així per una de les 14 espècies d'amfibis invasores presents al país. Així doncs, d'aquestes 14 se'n va trobar una comercialitzada a la web; aquesta és *Duttaphrynus melanostictus*, la qual ja està afectant la biodiversitat i alterant l'equilibri ecosistèmic d'Espanya. La resta d'espècies que es van trobar en els comerços no s'han catalogat com a invasores, almenys fins al moment, i és possible que algunes no puguin sobreviure per si soles en les condicions ambientals del país, però en cas de que succeeixi les conseqüències poden ser nefastes. També s'ha de considerar que quantes més espècies arribin a partir del comerç, o a partir de qualsevol altre via, la probabilitat de tenir noves espècies invasores augmenta (Mack *et al.*, 2000) i, a la cerca online realitzada sobre diferents comerços, es van trobar un total de 104 espècies d'anurs, 27 d'urodels i 1 de cecília; fent un total de 128 espècies d'amfibis comercialitzats a l'interior de l'estat. I, tenint en compte el comerç il·legal, aquest número pot augmentar molt. Un bon exemple és el cas de l'esquirol de ventre vermell (*Callosciurus erythraeus*), invasor a Argentina, on va arribar-hi a partir del tràfic il·legal d'espècies (Borgnia, Benitez, Gozzi & Guichón, 2013).

Cal emfatitzar que els amfibis que s'han importat a Espanya també reben un impacte negatiu als països d'origen ja que la població local se'n veu afectada, fent que la resta de l'ecosistema també en rebi les conseqüències; segons Naranjo *et al.* (2009), l'extracció d'espècies representa un factor d'afectació directa de les poblacions silvestres de fauna i flora i aquesta sol ser conseqüència de l'extracció d'espècies pel consum, pel comerç local i pel tràfic il·legal. Dels dotze països que havien enviat amfibis de forma regulada pel CITES a Espanya cal destacar Nicaragua i Panamà, responsables de l'arribada del 83% d'individus (dades recollides del 1989 fins al 2017). Nicaragua ocupava el primer lloc amb un 43 % i Panamà el segon lloc amb un 40%. D'altra banda, el 17% restant quedava repartit entre Madagascar, Camerún, República Txeca, Dinamarca, Hong Kong, Perú, Singapur, Suriname, Estats Units i l'Anterior Txecoslovàquia. Arribats a aquest punt convenia conèixer quin era l'origen dels amfibis enviats a Espanya, almenys per les transaccions recollides al CITES. Hi havia documentats 5 possibles orígens en un total de 125 importacions: animals criats en captivitat, 63; animals nascuts en captivitat, 1; animals confiscats, 5; animals que han sigut agafats de la natura, on haguessin tingut molt poques probabilitats de sobreviure a la vida adulta, 2; animals agafats de la natura, 47, i font desconeguda, 7. Aquest conjunt de dades es poden classificar en dos grups: la meitat de les importacions han portat individus que han sigut criats en captivitat però, en l'altra gran fracció, els espècimens han sigut agafats del medi, perjudicant a la població local de l'espècie i posant en perill tot l'ecosistema. D'altra banda, només 2 de les importacions transportaven individus confiscats i 7 portaven individus l'origen del qual era desconegut. Considerant només la relació dels individus criats i/o nascuts en captivitat (56,6 %) i els que s'han aconseguit de la natura (43,3 %) s'observa que, aproximadament, per

cada 10 individus importats 6 no provenen directament de la natura, però 4 són agafats de forma directa causant un desequilibri de la població i probablement de l'ecosistema local.

Davant el creixent problema de les espècies exòtiques invasores, convé donar especial èmfasi a les mesures de gestió que s'han de dur a terme per evitar i reduir els impactes que generen. Actualment les invasions biològiques són força desconegudes i difícils de preveure, és per aquesta raó que la millor mesura de gestió és la prevenció; i aquesta hauria de ser l'element clau de les diferents polítiques i estratègies enfocades a l'erradicació de la problemàtica (Zilletti & Suárez Álvarez, 2013). Tal i com diuen els mateixos autors: “La prevenció respon a una aproximació proactiva i a una visió estratègica del problema i és més eficient i econòmica que altres alternatives, eliminant des del principi les conseqüències d'una invasió”, entenent que la millor solució es basa en evitar el problema i no solucionar-lo un cop esdevé massa gran i descontrolat. De totes maneres s'ha de tenir present que en molts casos, tot i que es duguin a terme mesures de prevenció, hi seguiran havent noves invasions biològiques que es sumaran a les que ja hi són actualment. En aquests casos serà de vital importància tenir sistemes d'alerta per detectar noves invasions i disposar de mecanismes per controlar aquelles espècies que ja tenen comportament invasor. Centrant l'atenció al punt 4 de resultats, on hi ha els índexs de similitud, convé notar que, tot i que no hi ha cap espècie inclosa al CITES al medi, si que hi ha un percentatge elevat d'espècies comercialitzades. I, d'altra banda, de totes les espècies d'amfibis que s'estan comercialitzant, se n'ha trobat una que estan actuant com a invasora a l'Espanya peninsular: *Duttaphrynus melanostictus*. Lligant aquests resultats amb les mesures de gestió enfocades amb la prevenció, s'hauria de consolidar una legislació més estricta pel que fa a les espècies comercialitzades tant a nivell nacional com internacional per evitar danys a l'ecosistema donador com en el receptor. D'aquesta manera la llei hauria d'impedir el comerç dels animals vulnerables i d'aquells que són potencialment perillosos pel seu comportament invasor, a no ser aquestes transaccions siguin amb fins científics i la salut de les espècies i dels ecosistemes estigui assegurada. A més, en cas de que una espècie problemàtica hagi arribat al país, s'haurà de detectar el més aviat possible i evitar que és dispersi pel territori, donant especial atenció al comerç nacional que augmentaria la seva dispersió de forma exponencial; un bon exemple de les translocacions és *Hyla meridionalis*, coneguda com la reineta meridional, la qual va ser introduïda a Espanya i va acabar sent dispersada per diferents regions, per aquesta raó apareix com a espècie introduïda i com a translocada a la classificació elaborada a *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España* (Pleguezuelos *et al.*, 2002) (Taula 14).

Per acabar, és interessant comentar el paper que han tingut les cecílies, també anomenades àpodes, en el present estudi. Aquest ordre, el qual completa la classe dels amfibis, juntament amb els anurs i els urodels, no s'ha discriminat i s'han seguit les mateixes pautes per tots els amfibis, però en el recull de dades no es va trobar cap cecília exòtica present al territori espanyol ni cap cecília inclosa dins els apèndixs del CITES, a diferència dels altres dos ordres amb els que es troben pròximament emparentats. Pel que fa a la cerca d'amfibis comercialitzats, la situació no varia massa i de totes les espècies trobades només una formava part d'aquest ordre: *Herpele squalostoma*. Donat l'absència de dades d'aquests animals no s'ha pogut fer cap tractament, tot i que això és indicador de què no és un tàxon de gaire interès pel comerç de fauna.

Conclusions

En relació als resultats obtinguts s'ha determinat que el nombre de transaccions d'amfibis regulades pel CITES van en augment, tal i com s'esperava a l'inici de l'estudi. De totes maneres, s'ha de tenir en compte que aquest increment és conseqüència del tràfic d'anurs; ja que no s'ha observat amb els altres dos ordres, tot i que també és cert que tant els urodels com les cecilies no estan tant afectats i no es comercialitzen tant com els anurs. És interessant recalcar que aquest augment que és representatiu per la majoria de les espècies comercialitzades i està provocant un increment d'espècies exòtiques invasores, moltes de les quals no haguessin arribat al país si no haguessin estat afavorides per les noves forces globals com el turisme, el tràfic de fauna i el transport de mercaderies; responsables de trencar les barreres naturals que havien donat un aïllament biològic als ecosistemes durant milions d'anys.

Contràriament al que s'esperava a l'inici de l'estudi, seguint amb l'anàlisi del CITES, s'ha observat que hi ha espècies que estan protegides pel conveni i que alhora estan sent comercialitzades com a mascotes. Concretament, de les 12 espècies/gèneres d'amfibis protegits, 6 han arribat de forma regulada pel conveni: *Ranitomeya ventrimaculata*, 10 espècies del gènere *Mantella spp.*, *Epipedobates tricolor*, 3 espècies del gènere *Dendrobates*, *Ambystoma mexicanum* i *Agalychnis callidryas*. Pel que fa a la resta, no hi ha constància de com han arribat al país; tot i que el més probable és que l'origen sigui el tràfic il·legal d'espècies; un delictes difícil de detectar, que va en augment i que cada cop té més facilitats gràcies a la web.

Pel que fa a les conseqüències del medi, es conclou que el tràfic de fauna legal o il·legal té conseqüències negatives pel medi, tant per l'ecosistema natiu com per l'ecosistema receptor. De les 14 espècies que s'han catalogat com a invasores en el present estudi, una està comercialitzada a la web, *Duttaphrynus melanostictus*; l'arribada d'aquest amfibi, possiblement, haurà sigut possible pel seu comerç i, actualment, la dispersió d'aquesta arreu del territori es veu afavorida pel mateix negoci. A més, considerant que s'han trobat un total de 128 amfibis comercialitzats, el número d'amfibis exòtics invasors que s'estableixin al país pot ser molt més elevat en pocs anys. I és que, quantes més espècies exòtiques arribin, més possibilitat hi haurà que una d'elles tingui les característiques aptes per conquerir el territori espanyol i, de la mateixa manera, quants més individus arribin d'una determinada espècie, més probable serà que uns pocs puguin establir-se i dispersar-se pel territori. A més, com s'ha comentat, l'ecosistema natiu també es veu ressentit i especialment quan els espècimens que s'extreuen formen part d'espècies vulnerables a l'extinció, com les 12 espècies i gèneres comentats al darrer paràgraf. L'extracció d'espècies, doncs, representa una alteració i un desequilibri a l'ecosistema que pot acabar amb gran part de la biodiversitat que conté. Pel que fa a les transaccions documentades pel CITES, és interessant destacar que la gran majoria d'amfibis provenen de Nicaragua i Panamà, amb un 43% i un 40% respectivament.

Analitzades les conclusions de l'estudi, dir que la millor solució per acabar amb el tràfic de fauna il·legal i aconseguir un comerç ben regulat, que no posi en perill la biodiversitat global, ha de passar per aconseguir una legislació més estricta que no permeti el comerç de flora i fauna en perill d'extinció o vulnerables a ser-ho, així com impedir el tràfic d'aquelles espècies que són potencialment perilloses pel seu comportament invasor. A més, fa falta que la societat prengui consciència dels problemes que suposen les espècies exòtiques invasores i de les conseqüències nefastes que poden ocasionar a l'entorn que ens envolta. El tràfic il·legal d'espècies, com tot negoci, es basa en la oferta i la demanda; si eliminem la demanda, farem caure l'oferta i, conseqüentment, la explotació produïda sobre la vida salvatge.

Per acabar, i per aconseguir un dels objectius marcats: “servir com a guia dels futurs estudis que tractin d’estudiar i resoldre la problemàtica en qüestió”, dir que aquest estudi obre portes a seguir treballant, hi ha molt camí per fer i per conèixer en relació a la temàtica estudiada. Seria de gran utilitat explorar les altres classes de fauna i flora i expandir l’àrea d’estudi a nivell global.

Conclusions

In relation to the obtained results it was determined that the number of transactions of CITES-regulated amphibians has increased, as was expected at the initial stages of the study. In all cases, it is necessary to take into account that this increase is a consequence of traffic in the anuras, as there has been no commensurate increase in the other two orders, meanwhile it is also true that there has not been such an impact on the urodels nor the caecilians and that neither is there such commercial interest in such. It is interesting to highlight that this augmentation which is representative for the majority of commercialised species and is provoking an increase in invasive exotic species, many of which would not have arrived in the country but for global forces such as tourism, the trafficking in fauna and the transport of goods, which have been responsible for opening up the natural barriers which had produced biological isolation to ecosystems for millions of years.

Contrary to the hopes expressed at the beginning of the study, following from the CITES analysis, species which have been protected by the convention, convention-protected species have now been found to be commercialised as pets. Specifically, of the 12 species/genera of protected amphibians, 6 have arrived by convention-regulated means: *Ranitomeya ventrimaculata*, 10 species of the genera *Mantella spp.*, *Epipedobates tricolor*, 3 species of the genera *Dendrobates*, *Ambystoma mexicanum* and *Agalychnis callidryas*. Of those that make up the rest, there is no evidence of how they arrived in the country, even though the most probable is that the origin was the illegal trafficking of species; an illegal act which is difficult to detect, is on the increase and which is ever more facilitated by the internet.

As for the consequences on the environment, the conclusion is that the traffic in both legal- and illegal-fauna has negative consequences on the environment, as much for the native ecosystem as for the receptor ecosystem. Of the 14 catalogued invasive species in the current study, one is commercialised on the web *Duttaphrynus melanostictus*; the arrival of this amphibian may have been possible through commerce and, currently its dispersal throughout the territory may have been as a result of this same business. What’s more, considering that a total of 128 commercialised amphibians have been found, the number of invasive exotic amphibians which establish themselves in the country may prove to be further elevated in a few years. And it is clear that the more exotic species that arrive, the greater the possibility there is that one of these has the appropriate characteristics to conquer Spanish territory and, by the same means, the more individuals of a specific species that arrive, the greater the probability that some of them may establish themselves and disperse themselves throughout the territory. Not only that, as has been commented, the native ecosystem represented and especially when the extracted specimens which form part of a species which is vulnerable to extinction, such as those species referred to in the previous paragraph. The extraction of species, therefore, represents an alteration and an imbalance in the ecosystem which may result in the death of a large part of the biodiversity of the containing ecosystem. Regarding the CITES-documented transactions, it is interesting to highlight that the great majority of the amphibians originated in Nicaragua and Panama, with 43% and 40% respectively.

With the conclusions of the study analysed, it has to be said that the best solution to ending with the illegal trafficking of fauna and to arrive at a better regulated marketplace, without placing global biodiversity in danger, must be to achieve a stricter legislation which does not permit the

commercialisation of flora and fauna that is in danger of extinction or vulnerable to being so, as well as impeding the trafficking of those species which are potentially dangerous due to their invasive behaviour. Furthermore, the greater Spanish society needs to be made aware of the problems associated with invasive exotic species and of their nefarious consequences which may result on the surrounding environment. The illegal trafficking in species, as in all businesses, is based on supply and demand; If the demand is eliminated, the supply will trail off and, consequently, the exploitation of wildlife.

Finally, and in order to achieve one of the specified objectives of “serving as a guide to future studies which aim to study and resolve the problematic area in question.”, which is to say that this study opens doors to continue working on, there is a long way top go and to know with reference to the studied themes. It would be very useful to explore other classes of fauna and flora in order to expand the global area of study.

Ètica i sostenibilitat de l'estudi

Durant l'estudi s'han respectat tots els criteris ètics i de sostenibilitat. En cap moment s'ha posat en perill cap esser viu i, de fet, l'objectiu del treball és el contrari: donar a conèixer la problemàtica que suposa traficar amb aquests, així com les conseqüències que es generen al fer-ho.

A més, l'estudi ha estat bibliogràfic i no s'ha utilitzat cap animal i/o planta de forma directa. De la mateixa manera tampoc s'ha utilitzat cap material susceptible a causar un impacte negatiu sobre el medi.

En relació a l'empremta ambiental d'aquest TFG (emissions de CO₂, entre d'altres), pensem que és mínima ja que no han calgut desplaçaments per la seva realització, que ha tingut lloc mitjançant ordinador amb connexió a internet. A nivell de despesa energètica es pot quantificar com l'energia elèctrica necessària pel funcionament de l'ordinador i dels servidors per les cerques d'internet.

Glossari

{1} **Espècie introduïda:** L'espècie ha superat un conjunt de barreres arribant fins un nou hàbitat on no hi hauria de ser de forma natural.

{2} **Espècie invasora:** Espècie que causa un desequilibri al medi receptor, del qual no n'és nativa, posant en perill la biodiversitat que conté. En el nou territori ha trobat unes condicions que li permeten reproduir-se de forma eficient i desplaçar part de la fauna i flora autòctona, competint de forma impecable gràcies a l'absència de depredadors i/o paràsits en el nou ecosistema.

Fases del procés d'invasió biològica:

{3} **Fase d'arribada:** L'espècie arriba a una àrea gràcies a factors externs, normalment degut a l'acció de l'home. La seva supervivència dependrà de la seva capacitat d'adaptació.

{4} **Fase d'assentament:** L'espècie aconsegueix sobreviure al nou ecosistema però les condicions no són prou favorables per reproduir-s'hi i propagar-s'hi.

{5} **Fase de propagació:** L'espècie pot reproduir-se i propagar-se pel nou territori, sense causar un desequilibri sobre el medi o, almenys, sense causar un impacte excessivament negatiu.

{6} **Fase de saturació:** L'espècie ha aconseguit aclimatar-se, propagar-se pel nou medi i causar un desequilibri sobre l'ecosistema. Competint de forma impecable gràcies a l'absència de depredadors i/o paràsits en el nou ecosistema.

{7} **Espècie naturalitzada:** Espècie que s'ha introduït a un territori que no pertany de forma natural, on ha aconseguit establir-se i propagar-se. En cas de que produeixi un desequilibri greu sobre l'ecosistema receptor passarà a ser una espècie invasora.

{8} **Introducció recent/antiga:** Segons *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España* (Pleguezuelos et al., 2002) una introducció recent és aquella que s'ha produït després de la segona meitat del segle XX i, una introducció antiga és aquella que ha succeït abans. Els autors han utilitzat aquesta referència temporal per ser una època on es va passar de buscar l'aclimatació d'espècies a una etapa on es va començar a actuar amb prudència pel que fa a aquestes aclimatacions. Aquesta època de canvi ve marcada per la conscienciació sobre la problemàtica que suposa portar una espècie a un ecosistema al qual no pertany.

{9} **Translocació:** Moviment d'una espècie a una altra àrea de la mateixa regió geogràfica.

{10} **Espècie aclimatada:** Espècie que viu a una àrea geogràfica que no hi seria de forma natural però que no pot reproduir-s'hi.

Bibliografia

- Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., ... Villarreal, H. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- AmphibiaWeb Database Search. (2019). Extret de <https://amphibiaweb.org/search/index.html>
- Base de Dades sobre el Comerç CITES. (1989-2017). Estadístiques del comerç CITES derivats de la base de dades sobre el comerç CITES, PNUMA Centre de Monitoreig de la Conservació Mundial, Cambridge, Regne Unit [Fitxer de dades]. Recuperat de https://trade.cites.org/es/cites_trade.
- Borgnia, M., Benitez, V., Gozzi, C., & Guichón, M. L. (2013). La ardilla de vientre rojo en Argentina y el manejo de especies introducidas como un problema biológico y social. *Ecología Austral*, 23, 147–155.
- Cebrian, Emma. “Gestió de Flora”. Universitat de Girona. Girona, curs 2018-2019.
- Cobo, M., & Andreu, A. C. (1988). Seed Consumption and Dispersal by the Spur-Thighed Tortoise Testudo graeca. *Oikos*, 51(3), 267. <https://doi.org/10.2307/3565307>
- Conveni sobre el Comerç Internacional d'Espècies Amenaçades de Fauna i Flora Silvestres. Washington, 3 de març del 1973.
- Conveni sobre el Comerç Internacional d'Espècies Amenaçades de Fauna i Flora Silvestres, apèndixs I, II i III. Châtelaine, Ginebra, Suïça, 4 d'octubre del 2017.
- Europol. (2013). Threat Assessment Environmental Crime in the EU. Recuperat de <https://www.europol.europa.eu/publications-documents/threat-assessment-2013-environmental-crime-in-eu>. DOI: 10.1038/nature22059
- Ghirardi, R. (2011). *Estudio de quitridiomycosis por Batrachochytrium dendrobatidis en anfibios anuros del Litoral, Cuyo y Patagonia Argentina*. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- IUCN. IUCN guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species. Gland, Switzerland, febrer del 2000.
- Mack, R. N., Chair, Simberloff, D., Lonsdale, W. M., Evans, H., Clout, M., & Bazzaz, F. (2000). Invasiones Biológicas: Causas, Epidemiología, Consecuencias Globales y Control. *Tópicos En Ecología*, 5, 20.
- Martel, A., et al. (23 d'abril del 2017). El hongo que devora a las salamandras. *Servicio de Información y Noticias Científicas*. Recuperat de <https://www.agenciasinc.es/Noticias/El-hongo-que-devora-a-las-salamandras>
- Mateo, J. A., Ayres, C., & López, L. F. (2011). Los anfibios y reptiles naturalizados en España. Historia y evolución de una problemática creciente. *Boletín de La Asociación Herpetológica Española*, 22, 2–42.

- Naranjo, E. J., Dirzo, R., Acosta, J. C. L., Osten, J. R., Reuter, A., & Sosa-Nishizaki, Ó. (2009). Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna. *Capital Natural de México*, 2, 247–276.
- Pleguezuelos J. M., R. Márquez & M. Lizana, (eds.) 2002. Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España. *Direcció General de Conservació de la Natura-Associació Herpetològica Espanyola* (2ª impressió), Madrid, 587.
- Rico, J (1 de juny del 2012). El hongo maldito de los anfibios. *El País*. Recuperat de https://elpais.com/sociedad/2012/06/01/actualidad/1338550908_559024.html
- R-project (3.5.3)[Software] (2019). Recuperat de <https://www.r-project.org/>
- Ruíz, R., Villero, D., & Montori, A. (2012). Expansión de la población introducida de *Triturus marmoratus* en la provincia de Lleida. *Boletín de La Asociacion Herpetologica Espanola*, 23(1), 92–94.
- Sánchez, S. (7 de maig del 2019). Un millón de especies en peligro de extinción por culpa del ser humano. *Ara.cat*. Recuperat de https://www.ara.cat/es/internacional/millon-especies-peligro-extincion-actividad-humana_0_2229377219.html
- Santos, X., Ayllón, E., Arribas, O., Bertolero, A., Bosch, J., Cabido, C., ... Pleguezuelos, J. M. (2015). Síntesis de las introducciones de anfibios y reptiles en España. *Boletín de La Asociación Herpetológica Española*, 26(2), 98–108.
- Zilletti, B., & Suárez Álvarez, V. Á. (2013). Causas de la pérdida de biodiversidad: Especies Exóticas Invasoras. *Memorias de La Real Sociedad Española de Historia Natural*, 10(May), 55–75.