

5 BIODIVERSITAT

BIODIVERSIDAD
BIODIVERSITY

Canvis en el temps

Cambios en el tiempo

Changes over time



“La successió ecològica recurrent proporciona l'escenari en què persistents tendències en selecció es poden expressar com un sol escenari comú. En aquest escenari, l'evolució passa a ser més aviat un fenomen col·lectiu i no tant un conjunt d'aventures atzaroses”

— Margalef (2001) *The top layers of water bodies, a most important although relatively neglected piece of the biosphere plumbing*, *Scientia Marina*, 65 (suppl. 2): 207-213.

“La sucesión ecológica repetida ofrece un escenario en el que las tendencias persistentes de la selección pueden expresarse como un escenario común en el que la evolución se convierte más en un evento colectivo que en un cúmulo de aventuras al azar”

“Repeated ecological succession provides the scenario where persistent trends in selection can be expressed as one common scenario in which evolution becomes more a collective event than a bunch of haphazard adventures”

DIVERSITAT I SUCCESSIÓ

La relació entre successió ecològica i diversitat es veu clarament en sèries temporals de mostres de plàncton. Margalef va estudiar el plàncton periòdicament durant anys a molts indrets. Després d'una barreja de la columna d'aigua, poques espècies aprofiten els nous recursos nutritius; la diversitat és baixa. Solen ser espècies de creixement ràpid i la biomassa que es genera només és aprofitada parcialment en el mateix sistema, ja que una gran part sedimenta cap a aigües fondes. Conforme passa el temps i es van esgotant els nutrients, apareixen altres espècies més adaptades a utilitzar recursos escassos i una xarxa d'espècies que faciliten el reciclatge dels nutrients dins del sistema; la diversitat és alta, fins a un nou episodi de barreja que pertorbi el sistema i aportin nous nutrients.

DIVERSIDAD Y SUCESIÓN

La relación entre sucesión ecológica y diversidad se observa claramente en series temporales de muestras de plancton. Margalef estudió el plancton periódicamente durante años en muchos lugares. Cuando se produce una mezcla en la columna de agua, unas pocas especies aprovechan los nuevos recursos nutritivos; la diversidad es baja. Suelen ser especies de crecimiento rápido y la biomasa que se genera solo se aprovecha parcialmente en el mismo sistema ya que una gran parte de ella sedimenta hacia aguas profundas. Conforme pasa el tiempo y se van agotando los nutrientes, aparecen otras especies más adaptadas a utilizar recursos escasos y una red de especies que facilitan el reciclaje de los nutrientes dentro del sistema; la diversidad es alta, hasta que tengo lugar un nuevo episodio de mezcla que perturbe el sistema y aporte nuevos nutrientes.

DIVERSITY AND SUCCESSION

The relationship between ecological succession and diversity can be seen clearly in time series of plankton samples. Margalef studied plankton periodically for years in many places. After a mix in the water column, a few species take advantage of the new nutritional resources; diversity is low. These tend to be species that grow rapidly and the biomass that is generated is used only partially in the same system, as much sinks towards deep waters. As time passes and the nutrients are exhausted, other species emerge that are better adapted to using scarce resources, as well as a network of species that facilitate recycling of nutrients within the system. Diversity is high until a new mixing episode occurs that disturbs the system and provides new nutrients.



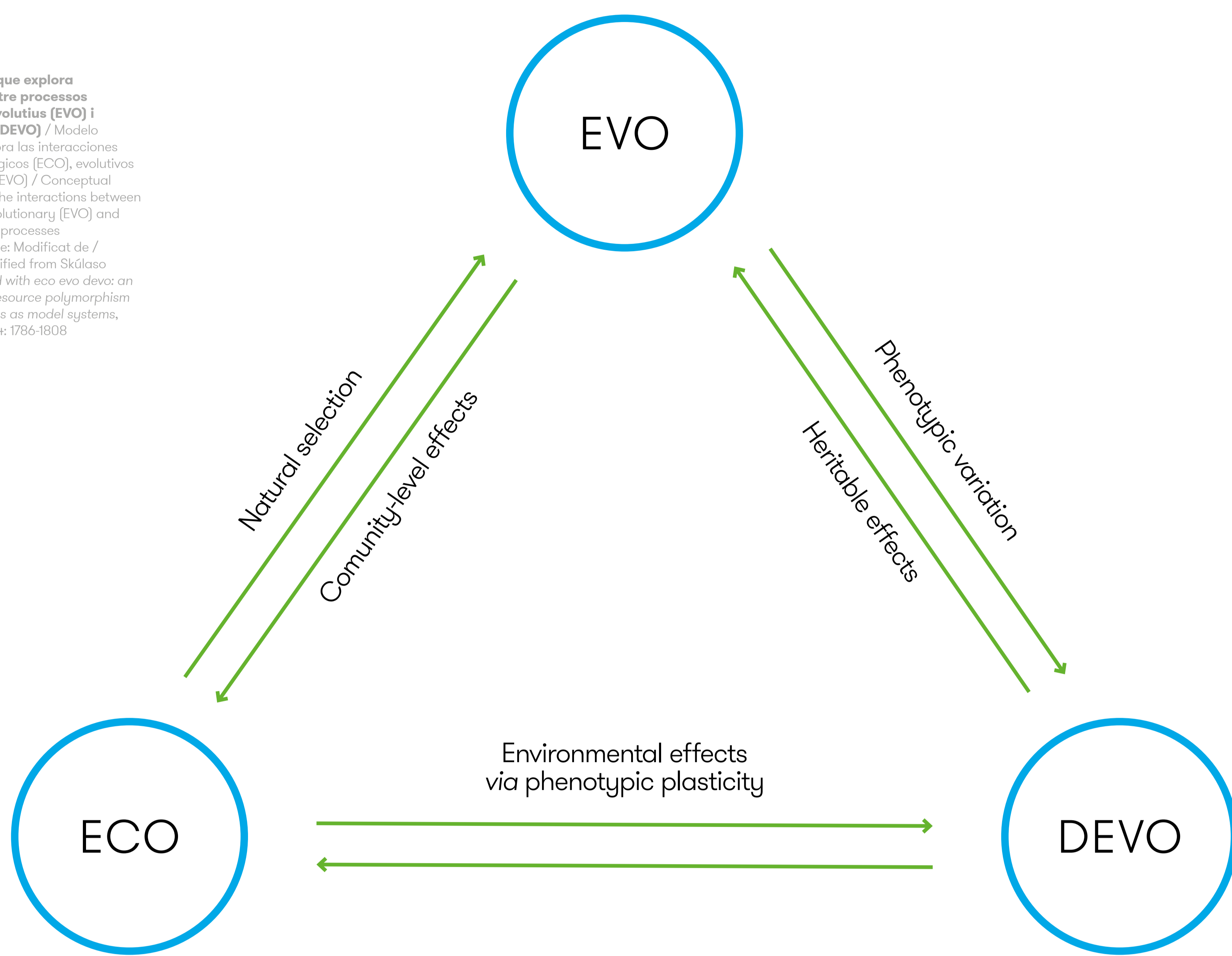
Margalef s'adonà que les ales de les papallones contenien un nombre de cèl·lules determinat. Papallones de diferents espècies i mides tenien més o menys cèl·lules a les ales però no pas qualsevol nombre, sinó en múltiples de determinats números, de la mateixa manera que hi ha talles de samarretes S, M o L, però no hi ha talles entremig. Això fa pensar en algun mecanisme de constricció evolutiva que no coneixem.

Margalef se dio cuenta de que las alas de las mariposas contenían un número de células determinado. Las mariposas de diferentes especies y tamaños podían tener más o menos células en las alas pero no en cualquier número, sino en determinados múltiplos, del mismo modo que hoy tallos de camisetas S, M o L pero no hay tallos entremedio. Esto hace pensar en la existencia de algún mecanismo de restricción evolutiva que no conocemos.

Margalef realised that butterfly wings contain a certain number of cells. Butterflies of different species and sizes have more or fewer cells in their wings but not just any number, rather multiples of certain numbers. In the same way that T-shirts come in sizes S, M or L, but there are no sizes in between. This makes us consider that there may be a mechanism of evolutionary constriction that we do not know.

Model conceptual que explora les interaccions entre processos ecològics (ECO), evolutius (EVO) i desenvolupament (DEVO) / Modelo conceptual que explora las interacciones entre procesos ecológicos (ECO), evolutivos (EVO) y desarrollo (DEVO) / Conceptual model that explores the interactions between ecological (ECO), evolutionary (EVO) and development (DEVO) processes

Font / Fuente / Source: Modified de / Modificado de / Modified from: Steiner (2019). A way forward with eco-evo-devo: an extended theory of resource and population with postnatal fishes as model systems. *Biological Reviews*, 94, 1966-1983



EVOLUCIÓ

Margalef va treballar extensament en el lligam entre diversitat, successió i perturbacions. De mica en mica, va madurant la idea de la relació d'aquestes característiques i processos amb l'evolució. Amb això, Margalef buscava una teoria unificadora de l'ecologia o fins i tot més enllà, de la vida. La successió que observava en els sistemes després de perturbacions eren un marc perfecte, perquè la natura fes proves evolutives sobre la col·lectivitat del sistema amb les seves relacions internes i amb l'entorn de manera molt més eficient que no pas fent múltiples proves per a cada individu-població i amb totes les relacions amb les altres espècies. Com en una successió però, com més avançats en el temps ens trobem, més lligams hi ha entre tots els elements, els fluxos d'energia i recursos estan més optimitzats, el sistema acumula més informació, i es posa més fre al canvi evolutiu. Així, Margalef considerava que aquesta microevolució estava esquitxada per grans salts evolutius deguts a grans perturbacions en el sistema. Avui en dia el camp de l'ecologia evolutiva, i també en relació amb el desenvolupament, eco-evo-devo, és un camp actiu de recerca, sobretot enfront de la gran perturbació que pot representar el canvi climàtic. Tot i així, les escales de temps des d'ecològiques a evolutives, que s'han d'afrontar, fan que els estudis experimentals siguin escassos i restringits sobretot a microorganismes.

EVOLUCIÓN

Margalef trabajó extensamente el vínculo entre diversidad, sucesión y perturbaciones. Poco a poco fue madurando la idea de la relación entre estas características y procesos y la evolución. Con ello, Margalef buscaba una teoría unificadora de la ecología o incluso más allá, de la vida. La sucesión que observaba en los sistemas tras las perturbaciones era el marco perfecto para que la naturaleza hiciera pruebas evolutivas sobre la colectividad del sistema con sus relaciones internas y con el entorno, de manera mucho más eficiente que si se hicieran múltiples pruebas con cada individuo-población y con todas las relaciones con las demás especies. Como en una sucesión, si bien cuanto más tiempo transcurre, más vínculos se desarrollan entre todos los elementos, más flujos de energía y recursos se optimizan, más información acumula el sistema y se impone más freno al cambio evolutivo. Así, Margalef consideraba que esta microevolución se veía afectada por grandes saltos evolutivos debidos a grandes perturbaciones en el sistema. Hoy en día el campo de la ecología evolutiva, también con relación al desarrollo, eco-evo-devo, es un campo activo de investigación, en especial frente a la gran perturbación que puede representar el cambio climático. Sin embargo, las escalas de tiempo, desde ecológicas hasta evolutivas, que deben afrontarse provocan que los estudios experimentales sean escasos y queden restringidos sobre todo a microorganismos.

EVOLUTION

Margalef worked extensively on the link between diversity, succession and disturbances. Gradually, he developed the idea of a relationship between these characteristics and processes and evolution. Margalef sought a unifying theory of ecology or even of life itself. The succession he observed in systems after disturbances was a perfect frame for nature to test an entire system with its internal and environmental relationships, much more efficiently than doing multiple tests on each individual-population and all the relationships with other species. Like in a succession, as time passes, there are more links among elements, energy and resource flows are more optimised, the system accumulates more information and there is more of a brake on evolutionary changes. So, Margalef considered that microevolution was affected by large evolutionary leaps due to major disturbances in the system. Today, the fields of evolutionary ecology and ecological evolutionary developmental biology (eco-evo-devo) are active fields of research, particularly in the face of the great disturbances that climate change could represent. However, the ecological to evolutionary time scales that must be addressed mean that experimental studies are limited and mainly restricted to microorganisms.

DIVERSITAT I PRODUCTIVITAT

Una alta biodiversitat assegura que hi hagi organismes preparats per respondre, créixer o produir en condicions diferents de les actuals. Això es pot veure en l'esquema on organismes adaptats a anys freds i organismes adaptats a anys càlids, si conviuen, asseguren que la productivitat d'un sistema es pugui mantenir, mentre que si només hi ha organismes adaptats a una de les condicions, quan l'any sigui desfavorable, la productivitat de l'ecosistema baixarà considerablement.

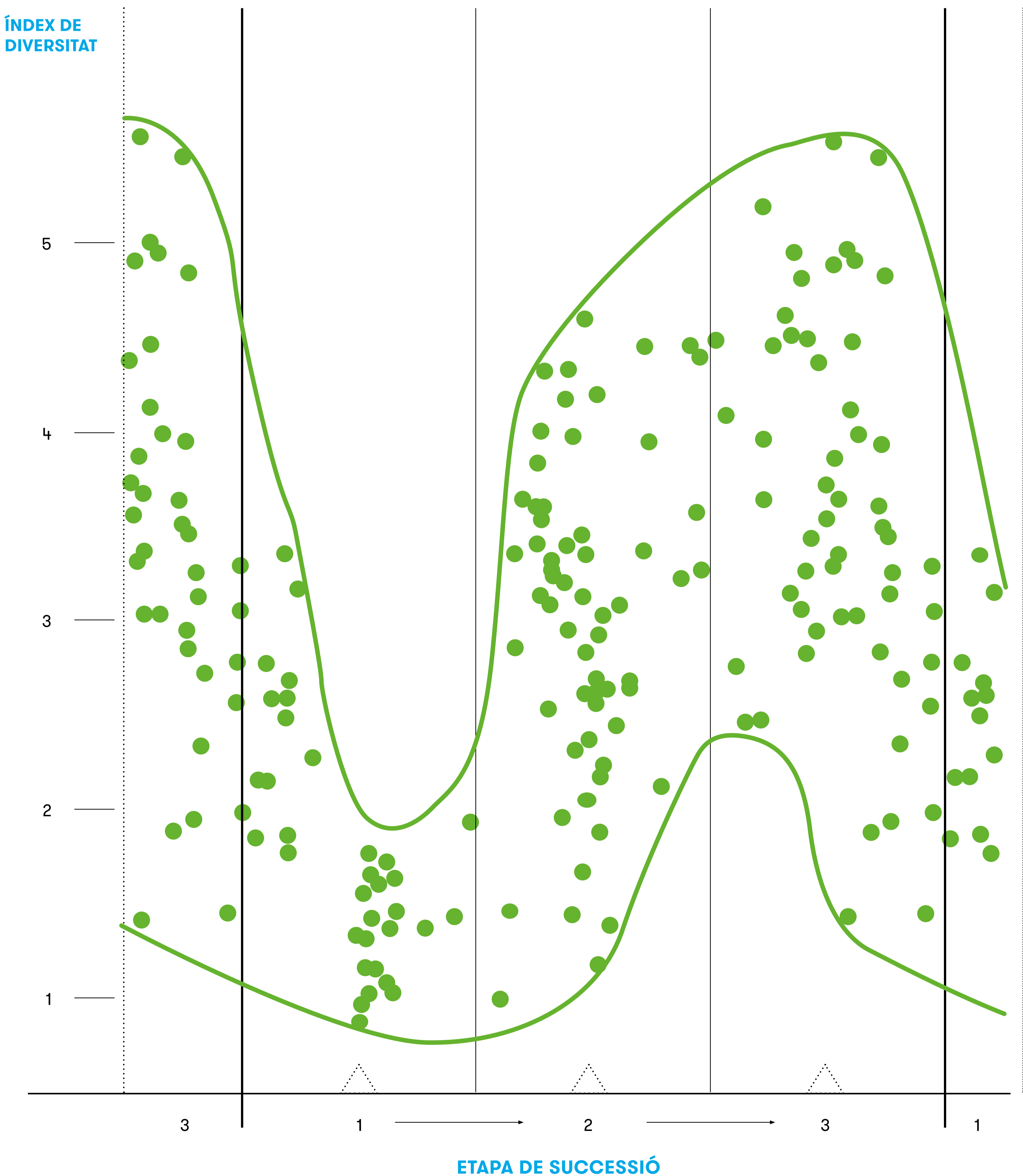
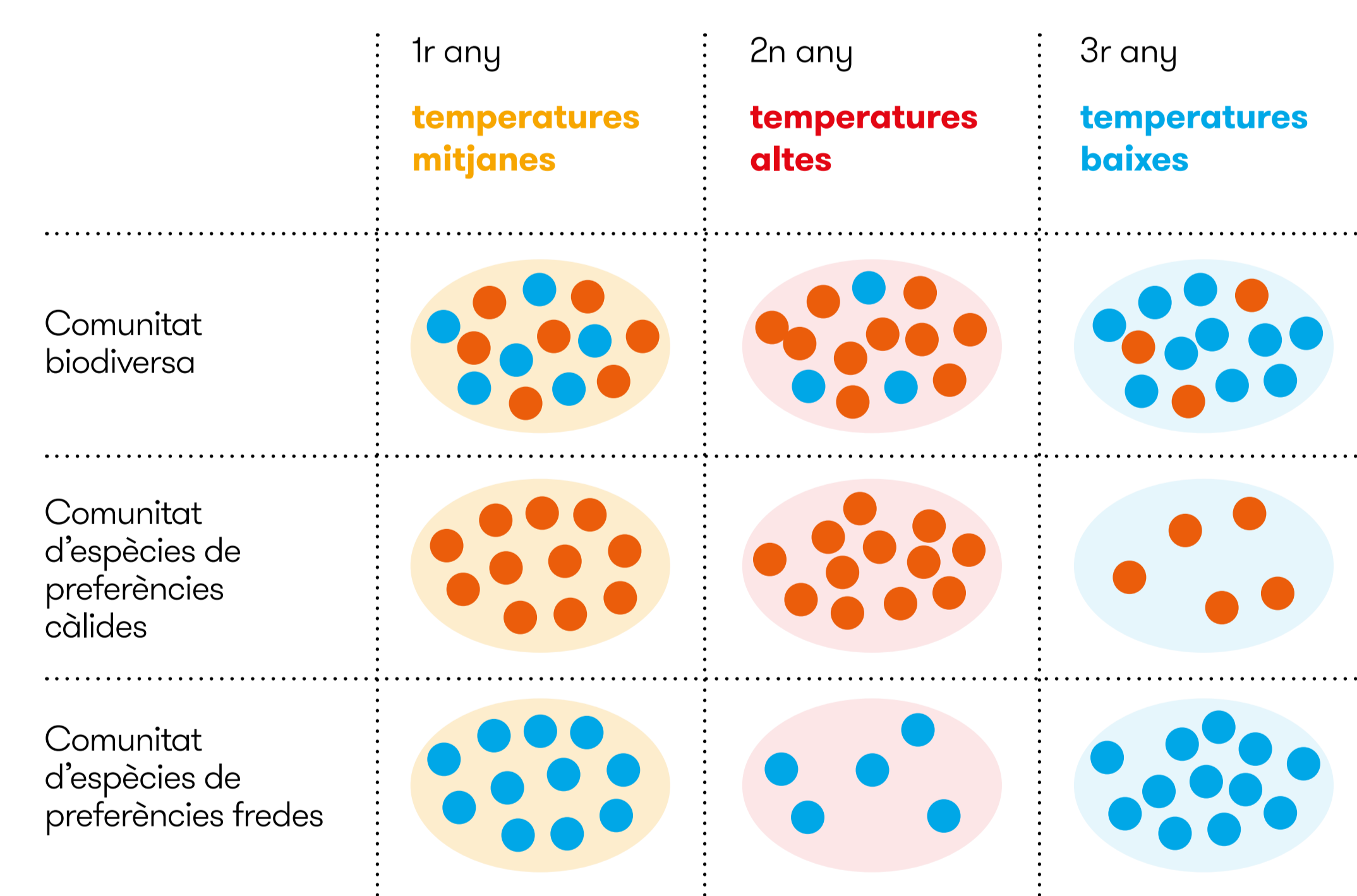
DIVERSIDAD Y PRODUCTIVIDAD

La biodiversidad elevada garantiza que haya organismos preparados para responder, crecer o producir en condiciones diferentes a las actuales. Se observa en los esquemas en los que conviven organismos adaptados a años fríos y organismos adaptados a años cálidos, que aseguran que la productividad del sistema se pueda mantener, mientras que si solo hay organismos adaptados a una de las condiciones, cuando el año sea desfavorable, la productividad del ecosistema bajará considerablemente.

DIVERSITY AND PRODUCTIVITY

High biodiversity ensures that there are organisms that can respond, grow and produce in conditions other than the current ones. This is illustrated in a diagram in which the coexistence of organisms adapted to cold years and organisms adapted to hot years ensures that the productivity of a system can be maintained. If there are only organisms adapted to one of the conditions, when the year is unfavourable the productivity of the ecosystem drops considerably.

Font / Fuente / Source: Modified de / Modificado de / Modified from: Belló (2019). La prodigiosa diversidad de la vida, el barro de la natura. *En: Som Natura* (Castell i Terrassa): Museu de Ciències Naturals de Barcelona, pp. 40-43.



5
BIODIVERSITAT
 BIODIVERSIDAD
 BIODIVERSITY

Què ens perdem?

¿Qué nos perdemos?
 What are we losing?

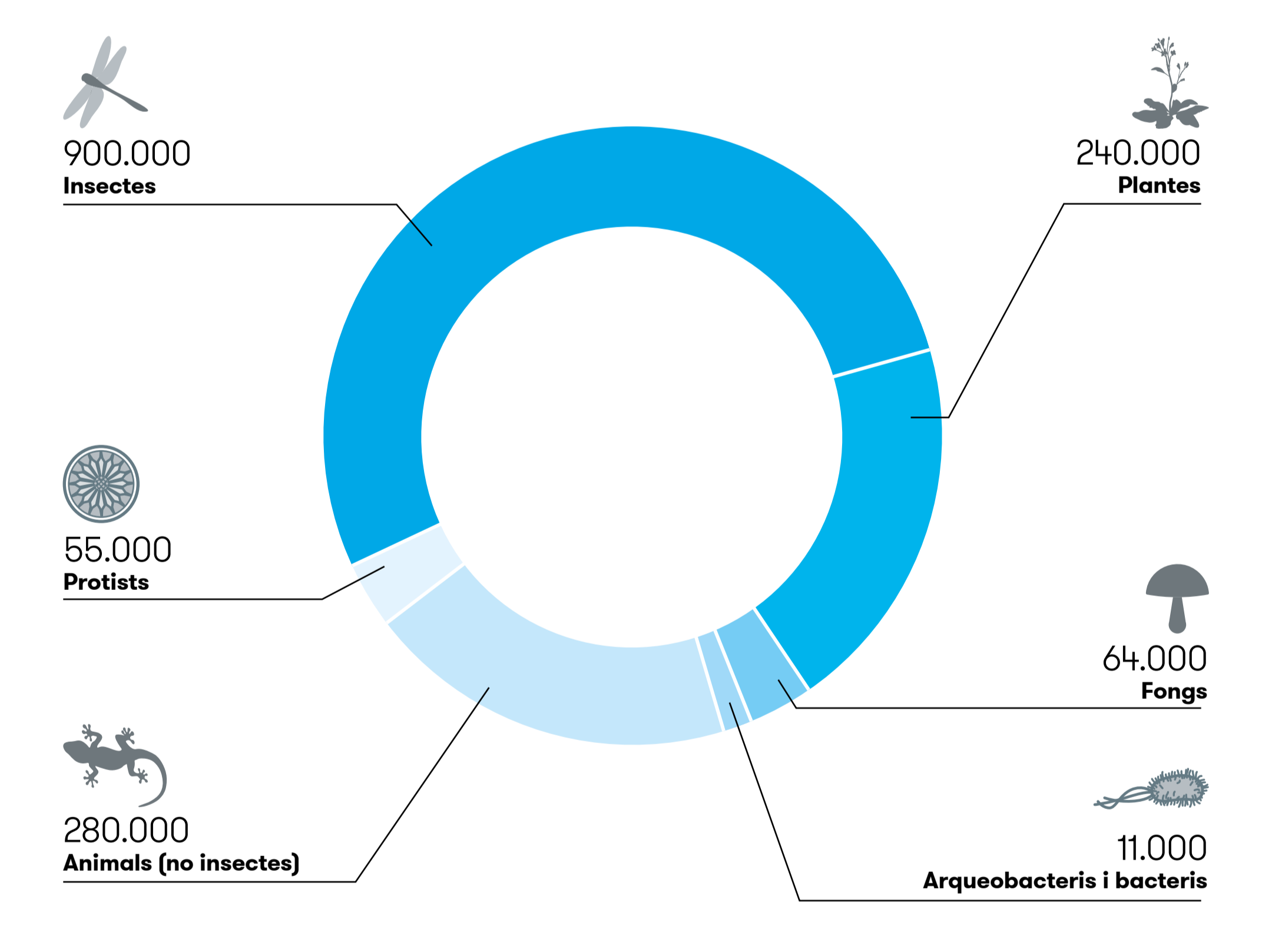
EL NECESSARI BARROC DE LA NATURA

Malgrat que segueix havent-hi una desigualtat en l'esforç de descripció d'espècies i s'espera que, per exemple, encara es descriguin moltes més espècies de procarïotes (arqueus i bacteris) que no pas de mamífers, sembla clar que algunes solucions evolutives, com la dels insectes, han tingut un gran èxit en la diversitat d'espècies que han generat. Per altra banda, les plantes, amb un 15 % de les espècies descrites, representen una biomassa del 83 %. Les espècies no viuen aïllades, sinó en comunitat. Els individus de l'única espècie d'humans actual (*Homo sapiens*) tenim incorporats un 4 % de gens d'una altra espècie d'humans (*Homo neanderthalensis*), a més de gens de bacteris, clau per a la nostra respiració i molt més. També viuen en estreta simbiosi amb molts altres organismes que ens protegeixen d'altres agents infecciosos o ens ajuden amb el nostre metabolisme. Sembla clar que els ecosistemes, perquè funcionin i puguin anar-se adaptant a noves condicions, necessiten tant d'una diversitat d'espècies, com d'asimetria en biomasses, com de fisiologies o metabolismes diferents, i segurament més aspectes.

EL NECESARIO BARROCO DE LA NATURALEZA
 A pesar de que el esfuerzo en la descripción de especies sigue siendo desigual y se espera que, por ejemplo, todavía se describan muchas más especies de procariontes (arqueos y bacterias) que de mamíferos, parece claro que algunas soluciones evolutivas, como la de los insectos, han tenido un gran éxito por la diversidad de especies que han generado. Por otra parte, las plantas, con un 15 % de las especies descritas, representan una biomasa del 83 %. Las especies no viven aisladas, sino en comunidad. Los individuos de la única especie de humanos actual (*Homo sapiens*) incorporamos un 4 % de genes de otra especie de humanos (*Homo neanderthalensis*), además de genes de bacterias, clave para nuestra respiración y mucho más. También viven en estrecha simbiosis con nosotros muchos organismos que nos protegen de otros agentes infecciosos o ayudan a nuestro metabolismo. Parece claro que para que los ecosistemas funcionen y puedan irse adaptando a nuevas condiciones, necesitan tanto diversidad de especies como asimetría en las biomosas, además de fisiologías o metabolismos diferentes y seguramente otros aspectos.

THE NECESSARY OVER-ELABORATION OF NATURE
 Although efforts to describe species are still not uniform and it is expected that, for example, many more species of prokaryotes (archaea and bacteria) than mammals will be described, it is clear that some evolutionary solutions, such as that of insects, have been highly successful in the diversity of species that they have generated. Plants, accounting for 15% of the described species, represent a biomass of 83%. Species do not live in isolation, but in community. Individuals of the only current human species (*Homo sapiens*) have incorporated around 4% of the genes of another human species (*Homo neanderthalensis*), as well as bacterial genes, key for our respiration and much more. In addition, many organisms live in close symbiosis with us and protect us from other infectious agents or help with our metabolism. It seems clear that for ecosystems to function and adapt to new conditions, they need diversity of species, biomass asymmetry, different physiologies or metabolisms, and probably more aspects.

Foto: / Fuente: / Source: Modified de / Modificado de / Modified from: Bekki (2019). La prodigiosa diversidad de la vida, o el barroco de la natura. En: *Sim Natura* (Castelló Terradellas), Museu de Ciències Naturals de Barcelona, pp. 40-44



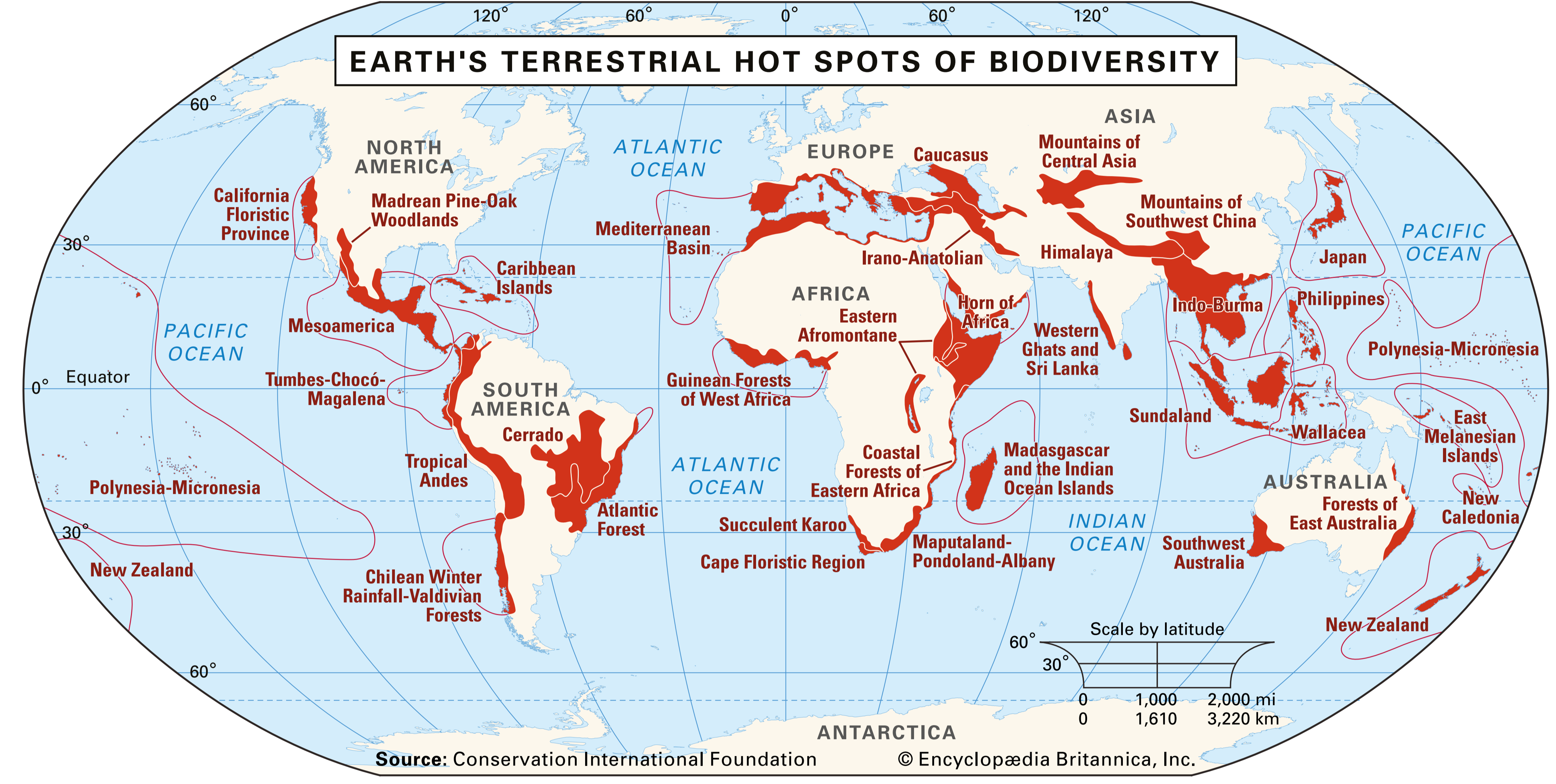
L'*Oncidium margalefi*, una orquídea. La família de les orquídees consta d'un gran nombre d'espècies, unes 20.000. Estan distribuïdes arreu, però sobretot en illes tropicals i moltes espècies són epífites, és a dir, viuen sobre altres plantes. Per tant, la seva existència no va lligada només a l'adaptació a uns factors ambientals, sinó també a l'existència de les plantes sobre les quals viuen.

Oncidium margalefi, an orchid. The family of orchids consists of a large number of species, around 20,000. They are distributed around the world but above all in tropical regions and many species are epiphytes, that is, they live on other plants. Therefore, their existence is not only associated with adaptation to environmental factors, but also to the existence of the plants on which they live.

Oncidium margalefi, an orchid. The family of orchids has a large number of species, around 20,000. They are distributed around the world but above all in tropical regions and many species are epiphytes, that is, they live on other plants. Therefore, their existence is not only associated with adaptation to environmental factors, but also to the existence of the plants on which they live.



Per cortesia d'Encyclopædia Britannica, Inc., © 2019; usat amb permís / Por cortesía de Encyclopædia Britannica, Inc., © 2019; usado con permiso / By courtesy of Encyclopædia Britannica, Inc., © 2019; used with permission.



HIPOTECANT EL FUTUR

El humans estem condicionant tot el planeta a les nostres necessitats, encara que això representi la reducció massiva o l'extinció d'hàbitats i espècies. Sabem que amb la pèrdua de biodiversitat que estem provocant estem hipotecant la disponibilitat d'espècies adaptades o resistentes a climes adversos, o el descobriment de nous fàrmacs. Uns 120 medicaments deriven directament de plantes. També hi ha mitja dotzena de medicaments derivats directament d'animals marins i uns 35 més estan en diverses fases prèvies a la comercialització. A més de medicaments també s'obtenen dels organismes una gran quantitat de productes i materials de tot tipus. La pèrdua de biodiversitat disminueix la potencialitat de trobar nous productes derivats d'organismes, especialment medicaments, però no exclusivament.

HIPOTECANDO EL FUTURO
 Los humanos estamos condicionando todo el planeta a nuestras necesidades, aunque ello suponga la reducción masiva o la extinción de hábitats y especies. Sabemos que con la pérdida de biodiversidad que provocamos estamos hipotecando la disponibilidad de especies adaptadas o resistentes a climas adversos, o el descubrimiento de nuevos fármacos. Unos 120 medicamentos derivan directamente de plantas. También hoy media docena de medicamentos derivados directamente de animales marinos y unos 35 más que se encuentran en diversas fases previas a la comercialización. Además de medicamentos, también se obtiene de los organismos una gran cantidad de productos y materiales de todo tipo. La pérdida de biodiversidad disminuye la potencialidad de encontrar nuevos productos derivados de organismos, especialmente medicamentos, aunque no exclusivamente.

ENDANGERING THE FUTURE
 Humans are conditioning the entire planet to our needs, even though this leads to mass reduction or extinction of habitats and species. We know that with the biodiversity loss that we are causing, we jeopardise the availability of species that are adapted or resistant to adverse climates and the discovery of new drugs. Around 120 drugs are derived directly from plants. Around half a dozen drugs are derived directly from marine animals and a further 35 drugs are in various stages prior to marketing. In addition to drugs, a large number of products and materials of all kinds are obtained from organisms. The loss of biodiversity reduces the possibility of finding new products derived from organisms, particularly, but not exclusively, drugs.



"Probablement la millor solució seria que hi hagués un mosaic equilibrat, o més aviat una forma de rusc d'abelles, d'àrees explotades i protegides. La conservació també és important des del punt de vista pràctic: els genotips que es perden són tresors irrecuperables, i els ecosistemes naturals són necessaris com a referents en l'estudi dels ecosistemes explotats"

— Margalef (1968) *Perspectives in Ecological Theory*, University of Chicago Press, 111 pp

"Probablemente la mejor solución sería un mosaico equilibrado o más bien un panal de áreas explotadas y protegidas. La conservación también es importante desde un punto de vista práctico: los genotipos perdidos son tesoros irrecuperables y los ecosistemas naturales, referencias necesarias en el estudio de los ecosistemas explotados"

"Probably the best solution would be a balanced mosaic or rather a honeycomb, of exploited and protected areas. Conservation is also important from the practical point of view: lost genotypes are ir retrievable treasures, and natural ecosystems are necessary as references in the study of exploited ecosystems"

ZONES D'ALTA BIODIVERSITAT

El Mediterrani representa un 0.7 % de la superfície global dels mars i oceans. Tanmateix, l'arc Mediterrani, a cavall entre un clima temperat i un clima subtropical, és un reservori de biodiversitat amb un 28 % d'espècies autòctones. També és una àrea actualment molt afectada per la pèrdua d'espècies.

ZONAS DE ALTA BIODIVERSIDAD
 El Mediterráneo representa un 0,7 % de la superficie global de los mares y océanos. Sin embargo, el arco mediterráneo, a caballo entre un clima templado y un clima subtropical, es un reservorio de biodiversidad, con un 28 % de especies autóctonas. También es un área muy afectada en la actualidad por la pérdida de especies.

AREAS OF HIGH BIODIVERSITY
 The Mediterranean represents 0,7% of the global surface area of seas and oceans. In addition, the Mediterranean arc, which is between a temperate and a subtropical climate, is a reservoir for biodiversity with 28% of native species. It is also an area that is currently greatly affected by species loss.