

NUEVOS EXTRACTOS

DE LA REAL SOCIEDAD BASCONGADA
DE LOS AMIGOS DEL PAÍS
EUSKALERRIAREN ADISKIDEEN ELKARTEA



Discursos pronunciados en el Acto de Ingreso
Como Amigo de Número de la Real Sociedad Bascongada de
JOSÉ ANTONIO APERRIBAI GALLASTEGI

Suplemento 23-G del Boletín de la RSBAP

DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN
2018



José Antonio Aperribai, Elena Lete,
Juan Bautista Mendizabal, Julián Serrano



Begarako Udaleko Pleno Aretoa.
Salón de Plenos del Ayuntamiento de Bergara



“Borracho Burlado” Operaren antzez taldea



Juan Bautista Mendizabal, José Antonio Aperribai,
Julián Serrano, Elena Lete



Taldeko argazkia – Foto de grupo



Alai Abeslari Taldea - Grupo Musical Alai Taldea

AGURRA / SALUDO

Juan Bautista Mendizábal Juaristi
EAEko Presidentea Gipuzkoan
Presidente de la Bascongada en Gipuzkoa

Ongi etorri guztioi, Bergarako udaletxeko areto nagusi eder honetara, Alkate, agintari, Aperribai sendia eta lagunei, Bascongadako lagunok eta herritarrok. Guztiok, ongi etorriak izan zaitzte.

Benetan egun bereziak bizitzen ditugu Euskalerrriaren Adis-kideen Elkartean. Gaurkoa bezalakoak. Sua bizirik dago, galduak ez gera, Xabier Lizardik orain 85 urte esan zuen moduan, bere Bihotz Begietan, olerki bilduman. 250 urte pasa eta hemen jarraitzen dugu, elkarte zaharrena baina, beti berria. Belaunaldi eta pertsona asko dira bere hasierako ardatzarekin bat egin dutenak. Hausnarketa, lana eta etorkizuna landu dutenak. Ezberdintasunetatik, topaketara joan garenok.

El objetivo último que perseguía la Bascongada, no era otro que el lograr el bienestar de los vascos, fomentando las ciencias y las artes y aunando a los vascos por primera vez, con el símbolo de las tres manos que se entrelazan con el lema de IRURAC BAT, preludio de, lo que más tarde vendría, el zazpiak bat. Para ello tejió una de las redes intelectuales más internacionales que ha existido en nuestra historia. Captó las ideas que fundamentaron por primera vez la declaración de los derechos del hombre y del ciudadano, antes de la Revolución Francesa y logró crear uno de

los centros más avanzados para el desarrollo de las ciencias y de las artes aquí en Bergara. Y no nos cansaremos de repetir, que aquel hecho histórico del aislamiento del Wolframio, supuso un hito a nivel científico mundial.

Ciencia, cultura y sociedad, se definen desde la relación de los hombres y mujeres con su entorno, con el mundo. Nuestro compromiso en la sociedad es mejorar esa relación.

Bukatzeke lagun Jose Antonio, utzi iezadazu esaten gure Euskalerrriaren Adiskideen Elkarteak, zure moduko pertsonak behar dituela. Herriarekin, zientziarekin konprometitutakoak, eta lana egiteko gogoarekin. Honela bakarrik, gure herriaren konfiantza eta gaur egungo onarpena izango du gure Elkarteak.

Tal como lo expresó el Conde Peñaflorida, este es el compromiso que aceptamos al ingresar en esta ilustre Sociedad:

“No basta en adelante el ser buenos Amigos, buenos Padres de familia y buenos republicanos. La profesión que abrazamos hoy nos constituye en mayores obligaciones. Hasta aquí podíamos ser solamente nuestros, ahora debemos ser todos del Público. ...

No desistáis pues, Amigos míos, amad el patrio suelo, amad vuestra recíproca gloria, amad al Hombre, y en fin, mostraos dignos Amigos del País, dignos Amigos de la Humanidad entera”.

El profesor, físico, matemático e historiador, Don Julián Serrano, Secretario, de la Bascongada en Gipuzkoa e incansable luchador por los valores que ésta preconiza, será quién pronuncie las palabras de recepción del nuevo Amigo.

HARRERA HITZAK

Julián Serrano Martín

EAEko Idazkaria Gipuzkoan

Secretario de la Bascongada en Gipuzkoa

Elena Lete alkate anderea, Euskalerrriaren Adiskideen Elkar-
teko Gipuzkoako Sailaren presidentea Juan Bautista Mendizabal,
Jose Antonio Aperribai Adiskide berria eta lagun guztiok.

Gaurkoan Jose Antonio Aperribai jaunak aurkeztuko digun
gaiak garrantzi handia du gure gizartearen bizi-garapenerako.
Gaia honako hau izango da: “Basoko ekosistema eta sinbiosia,
naturaren ikuspuntu bat”. (“El Ecosistema Forestal y la Simbio-
sis. Una visión de la naturaleza”).

Une batez, ekologista sutsuak izango gara. Nolabait, gure
modura, bagara, baina orain argudio zientifikoak emango dizki-
gute gure lurra are gehiago maitatzeko.

Jose Antonio Aperribai, adiskide numerario berria, pertsona
umila da, langile fina, eta bere lanbidean aritzeaz gain, bizitza
osoa eman du, isil-isilik, landareak, zuhaitzak eta lurzoruak az-
tertzen. Horrez gainera, Pol-Pol taldeko eta Alaia Taldea abes-
batzako kidea da, bai eta Arizeta abesbatzako fundatzailea eta
lehen presidentea ere.

1983an flora baskularraren herbario bat egiten hasi zen, eta
gaur egun, 3.000 espezieetik gorako bilduma osatzea lortu du.
Espezie horiek Europako hainbat tokitakoak dira, baina gehie-

nak Gipuzkoakoak. Bilduma egoera onean mantendu da, eta gainera, informatizatuta dago, GBIF (Biodibertsitatearen Informazioaren Munduko Azpiegitura) erakundearen sistemaren bidez. Munduko zientzia-bilduma moderno guztiek erabiltzen dute sistema hori.

Jose Antonio Aperribairen hitzetan “landa-aniztasunaren agiri bat da herbarioa”.

Hainbat aditurekin aritu da lanean, eta obra batzuk argitaratu ditu; adibidez: “Euskal Herriko floraren ezagutzari buruzko ekarpenak”. Hainbat urtez argitaratu ditu lanak, bai *Munibe Natur Zientziak* aldizkarian, bai Madrilgo lorategi botanikoaren urte-liburuetan.

Lan horiek guztiak bat datoz Euskalerrriaren Adiskideen Elkartearen idealekin eta helburuekin.

Euskalerrriaren Adiskideen Elkartea Azkoitian sortu zen 1764ko abenduaren 24an. Hilabete batzuen ostean, lehen Batzar Nagusia egin zen hementxe bertan, eta, beraz, elkartea ofizialki sortu zen.

Dakizuen bezala, Peñafloidako kondeak eta haren adiskideek gizarte zientifiko bat sortzeko asmoa zuten, Parisen, Londresen eta Stockholmen sortutako gizarteentzako. Horretarako, azpiegitura bat sortu zuten, eta ekarpen zientifikoak lau batzorderen bidez egiten ziren: “Lehena, Nekazaritza eta Landa Ekonomia; bigarrena, Arte eta Zientzia Erabilgarriak; hirugarrena, Industria eta Merkataritza; eta laugarrena, Politika eta Letra Onak”.

Lorenzo Prestamero Nekazaritza eta Landa Ekonomia batzordeko kidea zen, eta garrantzi handia izan zuen elkartean. Euskalerrriaren Adiskideen Elkarteko kide egin zenetik, 1772an, hil zen arte, 1817an, hainbat kargu izan zituen, eta herbario ikusgarri bat egin zuen; horregatik aipatu dugu gaurkoan. Orain

Prestameroren lana liburu batean argitaratu da, landare ba-koitzaren deskribapenak eta argazkiak ongi adierazita.

Lan horiek eta han egindako bilerak “ESTRAKTUAK” izena-ekin argitaratu ziren. Elkartearen adierazpen-organoa bihurtu zen; izan ere, aldizkari zientifiko horren bidez elkartearen ideiak eta berriak zabaltzen ziren, bai eta aurkikuntzarik garrantzi-tsuenak eta elkartean egindako bilerak ere. Aldizkari horretan argitaratu zen, mundu osorako, wolframioaren isolatzearen eta platinoaren xaflakortasunaren berri.

Gaur egun, tradizio hari jarraituz, Sarrera Ikasgaiak, hau da, eguneratutako ikerketak, argitaratzen dira. Argitalpen mota horri “ESTRAKTU BERRIAK” izena eman zaio. Gipuzkoan Sarrera Ikasgaiak irakurri dituzten azken adiskideen artean honako hauek daude: Daniel Innerarity filosofoa (“El gobierno de las sociedades complejas”), Javier Elzo Imaz soziologoa (“Más allá del pensamiento binario. Elogio de la diversidad en la unidad”), Xabier Alberdi Lonbide antropologoa (“*Elkanoaren sindromearen* gainditzea - Euskal itsas historiaren ikerketa, ezagutza, eta he-dapena bultzatzearen beharra”), José Antonio Recondo Bravo mediku erradiologoa (“La guerra de la independencia: Tolosa y los franceses”), Luis Elicegui Mendizabal legelaria (“Los derechos históricos de los territorios forales”), etab.

Orain, aipatutako pertsonaia garrantzitsu horien guztien artean egongo da, horien aurreko pertsonaia guztiekin batera, Jose Antonio Aperribai Gallastegi. Gaurko Sarrera Ikasgaien gai hau landuko du: “Basoko ekosistema eta sinbiosia. Naturaren ikuspuntu bat”. (“El Ecosistema Forestal y la Simbiosis. Una visión de la naturaleza”).

PALABRAS DE RECEPCIÓN

Julián Serrano Martín
EAEko Idazkaria Gipuzkoan
Secretario de la Bascongada en Gipuzkoa

Alkate anderea Elena Lete, Bascongadako Gipuzkoako Sailaren presidentea Juan Bautista Mendizabal, Jose Antonio Aperribai Adiskide berria eta Lagun guztiak.

El tema que hoy nos presenta Jose Antonio Aperribai es de una importancia capital para el desarrollo vital de nuestras sociedades. Nos hablará sobre “El ecosistema forestal y simbiosis, una visión de la naturaleza”.

Nos convertimos por un instante en fervientes ecologistas. No es que no lo seamos ya, a nuestra manera, es que ahora nos darán argumentos científicos para que amemos más nuestra tierra.

Jose Antonio Aperribai, nuevo Amigo de Número es una persona de carácter humilde, trabajador abnegado que además de su actividad laboral, ha dedicado su vida, de manera callada al estudio de plantas, árboles y suelos. Es además, miembro del Grupo Pol-Pol, miembro del grupo coral Alaia Taldea y miembro fundador y primer presidente de la coral Arizeta y pertenece desde 1973 a Aranzadi Zientzi Elkarte.

Ha trabajado en la confección de un herbario de flora vascular que comenzó en 1983. Dispone de una colección que cuenta

con más de 3.000 especies procedentes de distintos lugares de Europa pero sobre todo de Gipuzkoa. La colección está bien conservada e informatizada; para ello utiliza el sistema denominado GBIF (Global Biodiversity Information Facility) que es común para todas las colecciones científicas modernas del mundo.

Para él, “el herbario es un acta de la diversidad de plantas existentes”.

Ha participado con otros expertos en publicaciones cuyos títulos nos indican el trabajo realizado: “Contribuciones al conocimiento de la flora del País Vasco”. Publicaciones en diversos años tanto en *Munibe Natur Zientziak*, como en *anales del Jardín Botánico de Madrid*.

Todo esto es un trabajo que encaja perfectamente con los objetivos e ideales de la Bascongada.

La Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País surgió en Akoitia el 24 de Diciembre de 1764. Meses más tarde se celebró aquí mismo la primera Asamblea General constituyéndose oficialmente la Sociedad.

Como conocéis, tanto el Conde de Peñaforida como sus Amigos, tenían la idea de crear una sociedad científica al estilo de las ya creadas en París, Londres, Estocolmo, etc. Para esto crearon una infraestructura tal que las nuevas aportaciones científicas se centralizaran a través de cuatro Comisiones: “Primera, de Agricultura y Economía Rústica; Segunda, de Ciencias y Artes útiles; Tercera, de Industria y Comercio; Cuarta, de Educación y Bellas Letras”.

En la Comisión de Agricultura y Economía Rústica ingresó Lorenzo Prestamero, personaje fundamental para la Bascongada. Desde su integración en la Bascongada en 1772 hasta su muerte en 1817, desempeñó múltiples cargos y realizó, por esto lo nombramos aquí, un herbario fabuloso. Ahora se ha publicado

en un libro bien confeccionado con la descripción y fotografía de cada planta.

Aquellos trabajos junto con las reuniones habidas se publicaron con el nombre de EXTRACTOS. Se convirtió, de facto en el órgano de expresión de la Bascongada, difusor de sus ideas y noticias, una revista científica en donde fueron apareciendo los descubrimientos más importantes y las reuniones habidas en la Sociedad. Allí se publicaron para el mundo entero el aislamiento del wolframio y la maleabilidad del platino.

Actualmente, siguiendo aquella tradición se publican también las Lecciones de Ingreso que son investigaciones actualizadas. El nombre que se ha dado a estas publicaciones es el de NUEVOS EXTRACTOS. Entre los últimos Amigos que han leído sus lecciones de ingreso en Guipuzcoa están: Daniel Innerarity, filósofo (“El gobierno de las sociedades complejas”), Javier Elzo Imaz, sociólogo (“Más allá del pensamiento binario. Elogio de la diversidad en la unidad”), Xabier Alberdi Lonbide, antropólogo (“Elkanoaren sindromea”ren gainditzea - Euskal itsas istoriaren ikerketa, ezagutza, eta edapena bultzatzearen beharra), José Antonio Recondo Bravo, médico radiólogo (“La guerra de la independencia: Tolosa y los franceses”), Luis Elicegui Mendizabal, jurista (Los derechos históricos de los territorios forales”), etc.

A esta nómina de importantes personajes, junto a todos los que les han precedido, uniremos ahora la figura de José Antonio Aperribai Gallastegi con la lección de ingreso que va a pronunciar sobre “El ecosistema forestal y simbiosis. Una visión de la naturaleza”.

**BASOAREN EKOSISTEMA ETA SINBIOSIA
NATURAREN IKUSPEGI BAT**

**EL ECOSISTEMA DEL BOSQUE Y LA SIMBIOSIS
UNA VISIÓN DE LA NATURALEZA**

Lección de Ingreso en la
Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País
Euskalerrriaren Adiskideen Elkarte

POR:
JOSÉ ANTONIO APERRIBAI GALLASTEGI

BERGARAKO UDALEKO PLENO ARETOA
SALÓN DE PLENOS DEL AYUNTAMIENTO DE BERGARA
2017-05-13

AURKEZPENA

Bergarako arbasoak dituen Alejandro Martinez-Abraín biologo ebolutiboaren esanean, “naturalista izatea, Paleolitoko gizakiaren natura-ikuspegia izatea da. Paleolitoko gizakia, naturaren partaide zen, dena partekatzen zuen naturarekin, eta pertenezkia eta ikuspegi horiek ez ziren ikasitakoak, baizik eta berezkoak eta muinetatik irtenak” (1). Naturalistaren definizio hau irakurtzean, konturatu nintzen, nirekin bat zetorrela, natura sentitu eta adierazteko moduarekin; baina, orain gutxi arte uste nuen ikuspegi hori denona zela, eta ez berez, naturalistarena bakarrik. Hainbeste denbora igaro ondoren, azkenean Alejandroren buru argiaren esanari esker, aurkitu dut nola erantzun behar dioten norbaitek galdetzen didanean nondik etorri zidan landareen zaletasuna: berezkoa besterik ez da, nahiz eta neronek orain arte ez jakin. Aitortu beharra daukat erabaki horretan, ez zela urrun ibiliko beti izan dudan berezko jakin-nahia.

Natur munduaren pertzepzio espontaneo oni jarraituz, herbarioarekin hasi nintzen 1983an, eta hasiera baten zaletasun bat besterik ez zena abentura intelektual baten bihurtu da eta, onek eraman nau mundu naturala nola eta zergatik dabilen jakitearen bila. Galdera oien erantzunak alde berean, nire jakin-nahia handitu besterik ez dute egin. Gaiaren atal handi bat, ikas bide orretan ikasi dutenetik atera dut, eta, espero dut niretzat hain aberatsa izan den bezala, zuen gustukoa ere izatea. Natur histo-

riaren flash batzuk izango dira, nire ustez, hobeto azaltzen ditudalako gertuko gauzak eta, globalitatea ere bai.

Eta hartan eta honetan, herbarioa hazten dijoa, eta orain landare baskularren 4.000 plegu inguru ditu, Europako eta estatuko zenbait tokitatik jasota, baina gehienak Euskal Herrikoak dira, eta, batez ere, Deba bailara eta Bergarakoak. Herbarioa informatizatua dago, eta GBIF sistemaren arabera landuta. GBIF nazioarteko sistema honek, bilduma zientifikoaren datuak gorde, osatu eta kontsulta lanak errazten du. Espainiako bilduma zientifikoaren sistema informatikoa Madrileko Lorategi Botanikoak kudeatzen du eta, hango laguntza teknikoari esker martxan gabilta. Bestetik, herbarioko hainbat landare-plegu Gipuzkoari dagokionean, lehen aipamen gisa argitaratutakoak dira *Munibe Aranzadi Zientzi Elkartearen* aldizkarian. Aranzadiko kidea bai naiz 1973tik. Aurkipenak publikatu ondoren, Euskal Herriko landareen katalogoa osatzera joaten dira. Orain, argitaratzeko bidean ditut Gipuzkoarako beste 15 bat espezie berri, eta beste hainbeste arraroak direnak. Herbarioan ditudan espezieetatik lehen aipamena dutenak edukitzea egia esan, botanikoentzat sari bat jasotzea bezalakoa da, eta aldi berean, haren kalitateari buruz ere zerbait esaten du.

ZIENTZIA HERRITARRA

Gizakiak eternitate-nahiak eta perspektibak behar ditu bere bizitza jasangarria egiteko (2) J.M. Arizmendiarrita. Pensamien-tos.

Bizi-premia sakon horri erantzuna emateko eta gure existentzia ulertzeko, mundu guztiko erlijio bakoitzak berea ematen du, eta kristautasunak halako hau agertzen digu: “Jaunaren irudiz eta antzaz sortuak izan ginen, eta, izadia eta gauza guztiak, geuk erabili eta gozatu ahal izateko eginak izan ziren”. Hori entzun eta gero, behar bada uste dugu, gauza denak gure zerbitzurako daudela, eta guztiarekin nahi duguna egin dezakegula.

CIENCIA CIUDADANA

El hombre necesita perspectivas y ansias de eternidad para hacer soportable su existencia – Jose María Arizmendiarieta, Pensamientos.

Como respuesta a esta profunda necesidad vital de explicar nuestra existencia y el más allá, cada religión da su explicación y el cristianismo nos ha proporcionado la suya. “Fuimos creados a imagen y semejanza de Dios y todas las cosas y todos los seres, salvo la manzana, fueron creadas para nuestro uso y disfrute”. Quizás de ahí nos viene el arraigo de creer que todo está a nuestro servicio y podemos hacer lo que queramos con ellos.

Pero llegaron la ciencia y Darwin y nos complicaron la existencia. Ahora ya sabemos que nada es nuestro, sino prestado. En la naturaleza no somos sino uno más y acabamos de llegar. Con todos los seres, formamos parte de la biosfera y de un gran organismo vivo llamado Gaia. Y, aunque la naturaleza no nos necesite para nada, somos eso, naturaleza y dependemos de ella para todo. Por lo que siendo consecuentes con la realidad, haríamos bien en conservarla y cuidarla.

Científicos, filósofos y teólogos como el jesuita Leonardo Boff, y hasta el mismo papa Francisco, comparten esta visión de Gaia como el hogar común a proteger y conservar.

En este empeño, con permiso del biólogo evolutivo Marcos Menéndez, voy a utilizar una frase suya que reza: “Que la pasión por la naturaleza produzca conocimiento” (3). Yo la invierto y digo “Que un mejor conocimiento de la naturaleza produzca pasión por ella”. Porque, solo se ama y protege lo que se conoce. Y este es el objetivo, aportar un granito de arena para socializar la ciencia y el conocimiento de la naturaleza, tarea que otros comenzaron y de la que no me considero sino un producto.

Cytizen Science o Ciencia Ciudadana, que concreta este pensamiento, es la nueva forma de concebir la ciencia acercándola

a la sociedad y haciendo que esta participe activamente. Cualquiera de las disciplinas de la ciencia puede entrar en este concepto, pero la conservación de la biodiversidad quizás nos resulte la más cercana y susceptible de ser aplicada. En esta línea, IHOBE, el departamento de medioambiente del Gobierno Vasco, puso en marcha en 2014 el plan Estrategia Biodiversidad 2030 (4) dividido en 4 metas. La tercera es “La promoción del conocimiento y la cultura de la naturaleza”. Con ello, explica, “se persigue sensibilizar e implicar a la sociedad sobre la importancia de la conservación del medio natural así como generar información y compartir conocimiento”.

Concretando, el objetivo de la Ciencia Ciudadana, en el caso de las ciencias naturales, es hacer que la ciudadanía conozca la biodiversidad que poseemos y participe activamente en su conservación. Actualmente, entre los profesionales de la conservación, existe un amplio consenso en señalar a las especies invasoras y a la deforestación como las mayores amenazas para la biodiversidad. En nuestro entorno y refiriéndonos a las plantas contamos con varias especies invasoras y algunas muy agresivas y difíciles de erradicar si consiguen una mínima implantación. Nuestra tarea pendiente para autoridades, naturalistas y conocedores del problema, sería acordar la rápida puesta en marcha de las acciones necesarias para la erradicación de las plantas invasoras de la mano del plan Estrategia de Biodiversidad 2030 del Gobierno Vasco, haciendo partícipe a la sociedad a través de Ciencia Ciudadana.

EL SUELO Y EL BOSQUE

Las plantas y el suelo representan el principio y el final de los ciclos de la materia y la energía que circulan a través del ecosistema que forman las tierras emergentes y en él, los bosques representan la madurez y el máximo exponente de la biodiversidad y exuberancia de la vida. En el suelo se producen los

procesos químico-biológicos de recuperación de los minerales y el carbono que han sido utilizados por los seres vivos. Las plantas por su parte transforman la energía electromagnética de los fotones que nos envía el Sol, en energía química en forma de azúcares complejos, recurso básico para la subsistencia de toda la cadena trófica.

1.- EL SUELO

El suelo es la delgada capa de la corteza terrestre que constituye la otra mitad del ecosistema. Solo alcanzamos a ver su superficie y el resto, el suelo habitado, permanece oculto a nuestros sentidos. Silencioso, discreto e ignorado, puede parecerse un medio inerte y sin vida, pero nada más lejos de la realidad.

Aunque no lo percibamos, la vida bulle bajo nuestros pies y es con mucho, el medio más poblado de la biosfera. Estudios científicos estiman que cada gramo de tierra fértil contiene unos 100.000 hongos y más de 100 millones de bacterias.(5) Esta microfauna edáfica la componen, seres evolucionados y adaptados para la vida en el suelo y dependen exclusivamente de las condiciones de este medio. Habitados a la oscuridad o ciegos, huyen de la luz. Esta razón unida al minúsculo tamaño que poseen la gran mayoría de ellos, hace que sean tan difíciles de observar.

Función ecológica del suelo. Como decíamos, en el suelo se producen numerosos procesos bioquímicos de recuperación de los minerales como nitrógeno, fósforo, azufre o magnesio que llegan a él con la materia orgánica y que son al mismo tiempo escasos e imprescindibles para el mantenimiento de la vida en la Tierra. Tanto es así que salvo la energía renovable del Sol, el resto de los recursos se encuentran en cantidad fija y limitada, por lo que se impone su recuperación. Las plantas que incorporan los minerales a sus propios tejidos y los herbívoros consumidores

que los pasan al resto de la cadena trófica que depreda sobre ellos, se comportan como vectores de transmisión de energía. Inexorablemente a su muerte, animales y vegetales, depositan sus restos en el suelo y el ciclo comienza de nuevo. De esta manera el suelo, constituye una gigantesca planta de reciclaje de residuos orgánicos a escala planetaria y es un constante emisor de CO₂.

Para valorar en su justa medida el servicio ecosistémico que el suelo reporta, hay que tener presente que, de no ser por los procesos de descomposición y recuperación que protagonizan las bacterias y los hongos, las plantas agotarían los minerales del suelo, y acabarían con el CO₂ atmosférico en unos 40 años, agotando sus propios recursos. Sin las plantas, que son la base de toda la cadena trófica, no sería posible la vida para el resto de los seres superiores. En otras palabras, podemos afirmar que todos vivimos a expensas de los procesos del suelo y de los vegetales fotosintéticos que se encuentran en constante equilibrio inestable.

A pesar de su importancia, la ciencia no conoce ni mucho menos, todos los procesos bioquímicos que se dan en el suelo, y menos aún la ecología de las relaciones y las interdependencias entre los microorganismos que toman parte en dichos procesos. Es decir, que sabemos que lo hacen, pero no sabemos cómo lo hacen.

David George Haskell, (6) biólogo y profesor de la universidad del Sur de Tennessee, autor entre otras publicaciones del magnífico libro titulado "En un metro de bosque" (2012), ahonda en esta visión y escribe: "para hacernos una idea de la complejidad y del desconocimiento que todavía poseemos del mundo microbiano, baste con decir que de los miles de millones de microbios que habitan el suelo, solo el 1% se puede cultivar y estudiar en el laboratorio porque, nuestra ignorancia sobre la

interdependencia del restante 99% es tan profunda, que los microbios se mueren al tratar de aislarlos para estudiarlos”.

En el mismo sentido Francisco Pugnaire, investigador del CSIC, y especialista en ecología de los suelos, afirma que, “el suelo representa la mitad oculta del ecosistema y que si bien tenemos un conocimiento razonable de los procesos que operan sobre la superficie del suelo, lo que pasa debajo, constituye un reto para la investigación y una de las últimas fronteras para la ciencia del siglo XXI” (7)

HABITANTES DEL ECOSISTEMA DEL SUELO

A pesar de todo, se sabe que los organismos del microuniverso del suelo, están íntimamente relacionados y son interdependientes entre sí, sucediéndose todo tipo de relaciones ecológicas como, comensalismo, competencia, parasitismo, depredación, mutualismo y simbiosis. Unos son fitófagos que se alimentan de materia orgánica, otros son depredadores de los anteriores que controlan sus efectivos evitando así las superpoblaciones. Estos a su vez, son presa de otros depredadores o cuentan con parásitos para que la población de los fitófagos no descienda por debajo del umbral del riesgo de desaparición. Cada especie cumple con un rol determinado y sus interacciones que se solapan en cascada.

La selección natural que actúa sobre todos ellos, regula sus poblaciones y en las etapas finales de la formación de un suelo maduro, hace que la comunidad de organismos tienda a establecer un equilibrio dinámico adaptativo, en función de la temperatura, de la humedad y de la materia orgánica que llega al suelo.

Con la ayuda de un clima favorable templado y húmedo como el atlántico, la formación de un suelo maduro capaz de alojar un bosque, la serie final de la comunidad vegetal en estas condiciones favorables, es un proceso largo y laborioso que puede durar cientos de años.

En Luneburgo, Alemania, un estudio de la Universidad de Kiel realizado sobre el suelo de una plantación de robles que se llevó a cabo hace más de cien años en un antiguo cultivo abandonado, refleja comparativamente con el bosque natural que le rodea, un importante déficit de los microorganismos más comunes del suelo. El estudio muestra, cómo cualquier intervención altera la actividad microbiana del suelo a largo plazo. (8) En un clima árido las consecuencias pueden ser aun más graves y la pérdida de suelo puede resultar irreversible.

No podemos pasar por alto las lombrices que, por su alta densidad, que puede superar las 100.000 unidades por ha., tienen una gran capacidad de transformar el suelo, ejerciendo un gran efecto ecológico positivo en la formación y el mantenimiento de su fertilidad. Para moverse por él, van excavando túneles, engullendo y homogeneizando toda la tierra que remueven. Son capaces de horadar 5.000m de galerías por ha. y revolver enormes cantidades de tierra que pueden llegar a 300 t por año y ha.(9) Estas galerías permiten drenar el agua y airear y oxigenar el suelo así como dispersar los elementos minerales, enterrar en profundidad los restos orgánicos y favorecer su mineralización.

LOS DESCOMPONEDORES

Si bien toda la biota del suelo contribuye a la formación de suelo, no todos lo hacen igual y perfectamente se podría hacer una división entre ellos, como Acondicionadores y Descomponedores. Los acondicionadores que desmenuzan y trituran la hojarasca y los restos orgánicos serían los que realizan la transformación física de la materia y los descomponedores serían los que realizan la transformación físico-química de descomposición de la materia orgánica.

Las bacterias y los hongos serían pues los descomponedores que disocian y transforman las moléculas orgánicas en sales

minerales solubles en agua y asimilables por las plantas y que solo ellos pueden hacerlo.

Con el agua y los solutos minerales que contiene, más el CO₂ atmosférico que capturan por los estomas de las hojas y utilizando la energía de los fotones del Sol, todos recursos inertes, las plantas producen el milagro de la fotosíntesis, la transformación de lo mineral e inerte, en materia orgánica viva.

Suelo y bosque son el Alfa y el Omega de la materia y la energía. La fotosíntesis, representa el Alfa, el renacer de lo orgánico y vivo, y el suelo el final de esa materia orgánica que lo transforma en mineral inerte para que lo utilicen las plantas, el Omega, para así posibilitar un nuevo el ciclo.

COOPERACIÓN ENTRE ÁRBOLES??

Las raíces, además de las funciones que conocemos de fijación de las plantas al suelo y de la provisión de solutos llevan acabo otras insospechadas actividades que no lo son tanto. El ingeniero agrónomo alemán Peter Wohlleben relata que en un bosque del parque Nacional de Harz, en Turingia, conocía desde hacía años unos resaltes del suelo cubiertos de musgo semejantes a “piedras,” que un día retirando el musgo, descubrió, que no eran tales sino madera verde viva. Formaban un cerco y el interior de círculo y era tierra vegetal, resto del tocón de una gran haya que se derrumbó, según cálculos posteriores, 400 años atrás. La parte exterior enterrada del círculo permanece aún verde cuando, el ciclo vital de la fotosíntesis del árbol original, se había interrumpido hace cuatro siglos.

Científicos que han estudiado el caso, descubrieron, que estaba conectado a un enmarañado sistema radicular, que unía a la mayoría de individuos de la misma especie de toda una población y que su persistencia se debía a que los individuos sanos le habían estado suministrando savia a lo largo de todo ese tiempo. La explicación de este hecho singular de suministro de

savia tan prolongado, nunca antes descrito que sepamos, se abre a distintas especulaciones de simbiosis mutualista, sin recibir nada a cambio. No tiene este hecho algo de altruismo de la naturaleza??

EL GIGANTESCO POPULUS TREMULOIDES

En Utah, EEUU, existe otro buen ejemplo de fenómenos protagonizados por la raíces. Se trata de un bosque, en apariencia normal, formado por unos 47.000 álamos de distintas dimensiones denominado Pando. Pero resulta que todos los árboles del bosque derivan de un solo ejemplar de la especie *Populus tremuloides* y son clones que van surgiendo a partir de sus raíces subterráneas, que se ha extendido a lo largo de siglos, hasta ocupar una superficie de 43 ha. Pesan 6.600 t y se le calcula por dataciones, una edad de 80.000 años. Es a todas luces el mayor y más longevo ser viviente conocido. (9)

2. - EL BOSQUE

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL BOSQUE

El bosque reporta importantes servicios ecosistémicos y valores sociales. -El ecosistema forestal , además de contribuir a la producción del oxígeno que respiramos, presta numerosos servicios ecosistémicos como regular los ciclos del agua, amortiguar las avenidas por lluvias torrenciales, proteger el suelo de la erosión, procurar recursos económicos como la madera y leña que produce y conservar la diversidad biológica que aloja. Por su parte la evapotranspiración de los árboles del bosque, tiene una gran influencia en el régimen pluviométrico de una región, al provocar la formación de nubes que actúan como puente de propagación de la lluvia en lugares a donde no llega la influencia oceánica.

Por su importancia ecológica y las repercusiones globales en el ciclo del carbono, hay que destacar también el importante papel que el ecosistema forestal juega en el secuestro y retención de carbono del CO₂ que los árboles absorben del aire y lo acumulan en sus estructuras a lo largo de muchas decenas o centenares de años.

No es tarea sencilla evaluar la relación producción/consumo de oxígeno y de CO₂ con cierta exactitud, razón por la que se barajan cifras dispares y se discute sobre el verdadero papel del ecosistema del bosque en el secuestro del C.

Según cifras de Bernard Saugier ecólogo de la Universidad de Paris el suelo retiene 1.500 Gt de C y la biomasa continental por su parte 550 Gt. En la atmósfera se almacenan según el mismo estudio 750 Gt. Es decir que en el ecosistema forestal permanece secuestrado casi 3 veces más C del que existe en la atmósfera. De acuerdo con el mismo estudio, el bosque se comportaría como productor neto de O₂ así como acumulador neto de CO₂ que permanece secuestrado en el sistema una media de 35 años. (10) De estas cifras se deduce la importancia de la conservación de los bosques y suelos como sumideros de carbono y su contribución a frenar la acumulación de gases de efecto invernadero.

En un reciente artículo de Pere Rovira del Centro de Tecnología Forestal de Cataluña publicado en INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, (11) da cuenta de un estudio sobre el secuestro de C en el suelo, con resultados en inesperados que en apariencia contradicen lo conocido. En él, los datos globales coinciden con los que ofrece Saugier, pero la sorpresa llega de manos del contenido de C secuestrado, en cada tipo de suelo, siendo los más chocantes los correspondientes a zonas húmedas y templadas como la nuestra. Según los mismos el suelo que ocupa el matorral atlántico contiene por metro cuadrado 17kg de C, 13 el de un prado y 14 el de un cultivo, mientras que el suelo forestal no pasa de retener 11kg de C. Al contrario de lo que cabría suponer, un suelo

forestal de la zona atlántica es el que menos C retiene. Quizás, sabiendo que los factores que aceleran la actividad de los descomponedores son por este orden, la humedad y la temperatura, la explicación esté en la rápida y casi total descomposición de la materia orgánica en CO₂ y solutos minerales acelerada por la humedad casi constante en este tipo de suelos lo que provocaría una muy baja tasa penetración del C a los horizontes inferiores.

VALORES SOCIALES DEL BOSQUE.

El bosque posee además un alto valor paisajístico y estético y ofrece diversos valores sociales de ocio y recreo, que en la actualidad comienzan a ser reconocidos y valorados en términos incluso económicos. El bosque es un encuentro con el hogar de nuestros antepasados y un paseo por él, escuchando la sinfonía de sonidos que se escuchan, infunde paz, sosiego y sensación de bienestar y equilibrio espiritual. Tal vez el motivo de la calma y tranquilidad que muestra la gente del campo sea su permanente contacto con el bosque y la naturaleza. Como reconoce el leñador navarro y hombre del bosque Patxi Larretxea “el bosque de alguna manera te transforma. Nunca sales de él como cuando entraste”.

El poder de atracción del bosque no es nada nuevo. Poetas, pintores, escultores, pensadores y filósofos a través de la historia, han encontrado su inspiración en la naturaleza y en su máxima expresión, el bosque que ha quedado reflejada en sus obras. En el ideario popular abundan los cuentos y leyendas protagonizadas por el bosque y sus habitantes, que han sido recogidas por escritores de todos los tiempos.

En tiempos prehistóricos sin embargo el bosque, representaba mucho más que eso. En la cultura religiosa prerromana en Euskal Herria, el Cosmos, el Todo, era un organismo vivo que se regeneraba periódicamente y el bosque representaba la manifestación de esa capacidad de regeneración. Los grandes árboles,

símbolo de la eternidad, eran considerados deidades y se les profesaba culto como lugar de encuentro y equilibrio de todas las fuerzas cósmicas. La cercanía de la vida con la naturaleza y el conocimiento de sus ritmos, formaban parte central de este ideario religioso y los árboles eran reverenciados y adorados como seres superiores. Simbolizaban la salud y la inmortalidad, la vida, la juventud y la sabiduría. La llegada del cristianismo apagó la expresión de estas creencias que paulatinamente quedaron relegadas al olvido. Quizás el símbolo del árbol de Gernika no es sino un viejo totem de aquellos tiempos, que hemos heredado de la admiración y adoración que nuestros antepasados vascos sentían por el bosque y los grandes árboles que en el había.

LOS HONGOS

Por la fundamental influencia que ejercen los hongos sobre los seres y los procesos fisicoquímicos del suelo no podemos pasar por alto el referirnos a ellos. Los hongos son organismos heterogéneos y ubicuos, que además de habitar el suelo, están presentes en cualquier hábitat donde haya humedad incluso en el aire. David Schmale y Shane Ross (12) afirman que según estudios de campo que están realizando con drones sobre la migración aérea global de los microorganismos, afirman que son tantos que, con cada respiración inhalamos miles de bacterias y hongos.

Aunque podamos pensar lo contrario, los nuevos conocimientos de su comportamiento y su biología está claro que no son tan conocidos. Anteriormente clasificados como vegetales, a pesar de multiplicarse y vivir en el suelo, por su constitución biológica sin los cloroplastos que tienen las plantas, no son vegetales. Además, la membrana de sus células es de quitina, el mismo material del esqueleto de los escarabajos, pero a pesar de todo está claro que tampoco son animales. Los científicos crea-

ron un nuevo reino para ubicarlos juntamente con mohos y levaduras en el reino Fungi.

Gracias a sus virtudes culinarias, los hongos más conocidos son las setas, aunque, no representan más que una minúscula parte de las 72.000 especies que la ciencia ha descrito y mucho menos aún del 1.500.000 que se estima que existen. Juntamente con las bacterias son los organismos más numerosos del suelo. La mayoría son microscópicos o viven sin aflorar, ocultos en el suelo. Solo alrededor de la raíces de una haya adulta pueden desarrollarse más de 100 especies distintas de hongos (14) y de muy pocas de entre ellas alcanzamos a ver el sombrero, el aparato reproductor de hongo, que no es más que una mínima parte del micelio, el verdadero hongo que se esconde en el subsuelo.

El hongo, heterótrofo, no fabrica su propio alimento con la energía del sol como las plantas y debe buscarlo en el suelo o en otros organismos y por su comportamiento resulta un tanto poliédrico, pues puede presentarse como saprófito, parásito, o simbiote. Como parásito es conocido por los daños que provoca al infectar animales, árboles y plantas, y producen graves daños en las plantaciones agrícolas.

Es capaz de vivir en cualquier medio terrestre o acuoso y dada su gran capacidad adaptativa en ocasiones se comporta como extremófilo, como la especie *Horomonema pumorum* que logra vivir en las fuertemente ácidas aguas de Río Tinto con pHs cercanos a 2 y con altísimas concentraciones de metales pesados como As, Cr, Zn, Cd o Pb, (15) condiciones imposibles para la vida... o eso se pensaba.

El hongo es de carácter ambicioso, y no se limita a crecer alrededor del sistema radicular de un árbol, y extiende su micelio allá por donde puede en el bosque, llegando a alcanzar grandes superficies.

En un cantón de Suiza se encontró un hongo del género *Armillaria* que sujeto a un estudio científico, este puso de relieve que su micelio se extiende por una superficie de 0,5 km² (500.000 m²) y se le calcula una edad de mil años (16). Otro hongo, la *Armillaria bulbosa*, localizado en el bosque de coníferas de Crystal Falls, en Michigan EEUU, se extiende por 90 ha (900.000 m²). Analizadas sus hifas en distintos puntos se ha comprobado que son clones del mismo individuo.

Un tercer hongo del mismo género que se halló en Oregón también en EEUU, fue asimismo objeto de un estudio que estima que tiene 2.400 años y un peso de 600 t.

Nadie hubiera podido imaginar que unas de las criaturas más grandes que existen en la biosfera pudieran encontrarse ocultas en el suelo. Y a buen seguro que el suelo guarda aún grandes secretos y sorpresas que a medida que avanza la ciencia, nos los irá descubriendo.

Descubrimos también, que no todo es competencia y que las formas colaborativas en la naturaleza están mucho más presentes de lo que suponíamos.

3,- LA SIMBIOSIS

LA MICORRIZACIÓN

La micorrización es el resultado de la interacción simbiótica entre la raíz de un vegetal y un hongo. Esta actividad de los hongos, aun siendo de las más conocidas, día a día la ciencia va descubriendo nuevas facetas de la misma que otorgan una mayor importancia a la influencia de los hongos en el ecosistema del suelo y el bosque. Hasta el punto de que actualmente se presume que la gran mayoría de las plantas presentan alguna forma de micorriza, y de momento, se han identificado más de 5.000 especies de hongos simbiotes. Esta asociación micorrícica es

tan antigua que se presume que fue determinante para el establecimiento en tierra firme de las primeras plantas procedentes del mar hace más de 400 mill. de años

El verdadero cuerpo vegetativo del hongo, el micelio, y está formado por blancas y filamentosas hifas, a veces microscópicas, que se extienden por el suelo en busca de recursos. Forman redes tan tupidas y tenues que un puñado de tierra puede contener varios kilómetros de hifas.

Tras el encuentro de las hifas con la raíz, los futuros simbiosites hongo y raíces del árbol llevan a cabo un diálogo químico molecular de reconocimiento de compatibilidad, que en caso de resultar satisfactorio, los filamentos de las hifas colonizan las células externas de la raíz y provocan una infección fúngica permanente, la ectomicorriza, a través de la cual funciona la simbiosis.

La asociación simbiótica reporta beneficio a ambos simbiosites, huésped y hospedador. Los hongos reciben de la planta principalmente hidratos de carbono que ellos no pueden elaborar y para los árboles, supone aumentar muchas veces el espacio de captación de recursos en el suelo y le reporta protección contra otros hongos patógenos. Las hifas de diámetro micrométrico son capaces de penetrar hasta donde no llegan las raíces entre los intersticios de las partículas del suelo, donde se almacenan largo tiempo el agua con los solutos minerales del suelo.

Otro tipo de simbiosis más aparente y conocida es la de los líquenes que es resultado de la asociación simbiótica entre un hongo y un alga. Son muy abundantes y habitan en todas las regiones climáticas del globo y en cualquier hábitat. Muchas de las especies colonizan rocas y actúan como pioneras en la primera etapa de la formación de suelo al erosionar lentamente el duro sustrato rocoso y facilitar la llegada de las primeras plantas efímeras sobre los restos erosionados.

Hay otros tipos de simbiosis en el suelo, sobre todo en la rizosfera, (el entorno de la raíces), que se dan entre plantas y microorganismos del suelo que se suman a la descrita. Estas simbiosis mutualistas delatan que no todo es competencia y que las formas colaborativas en la naturaleza están mucho más presentes de lo que suponíamos.

LA ENDOSIMBIOSIS MOTOR DE LA EVOLUCIÓN

La endosimbiosis es otro proceso de simbiosis, pero que se produce en el interior de uno de los simbioses, en el que el hospedador fagocita al huésped con ingestión sin digestión, con resultado de fusión biológica de ambos simbioses de la que surge un nuevo ser con las ventajas de ambos, pero con capacidades adaptativas y de desarrollo muy superiores. (Este fenómeno de la ingestión sin digestión más parece producto de ciencia ficción, pero está documentado que ha sido y es así).

Tras la formación de las primeras células procariotas bacterianas hace 3.900 millones de años, tuvieron lugar fundamentales eventos evolutivos que condujeron a la formación de la primera célula nucleada, la célula eucariota, y los investigadores cada vez encuentran más indicios, que sugieren que tales cambios se debieron a fenómenos endosimbióticos. Estos procesos condujeron más tarde a la formación de las células con mitocondrias y cloroplastos, fundamentos de la vida superior y ancestros de los protistas, de los animales y de las plantas.

La endosimbiosis fagocitadora de bacterias púrpura aeróbicas que dio lugar a las mitocondrias, fue un gran hito evolutivo y dotó a la célula eucariota de la capacidad de liberar energía de una forma 15 veces más eficiente, que la fermentación anaeróbica imperante hasta entonces. Esta eficiencia energética aceleró los procesos biológicos y permitió el desarrollo de funciones más complejas y de mayor costo energético en todos los organismos.

Los eventos endosimbióticos generaron grandes saltos en la evolución, que, sin pasar por formas intermedias dieron lugar a la formación de nuevos entes que obtuvieron un gran éxito evolutivo. La brusca e inexplicable, aparición de nuevos organismos mucho más complejos en el registro fósil sin formas intermedias, encuentra su explicación en la endosimbiosis.

Las bacterias fueron las protagonistas de estos eventos simbióticos y son la base de todas las formas de vida moderna, incluida la nuestra, que surgieron por efecto de estos saltos evolutivos.

La elaboración y publicación de la teoría endosimbiótica fue un gran revulsivo que hizo cambiar sustancialmente la visión que existía sobre los fenómenos que aceleraron y facilitaron los cambios evolutivos. Charles Darwin y los seguidores de la tradición darwinista creían (y aún algunos lo hacen) que la evolución era producto de la competencia entre las especies, pero Lynn Margulis con su teoría mostró, que el verdadero motor de la evolución han sido las endosimbiosis y no la competencia. La comunidad científica, en un principio reticente, la ha hecho suya y hoy es mayoritariamente aceptada por su coherencia para explicar la evolución.

La historia evolutiva de los seres vivos, decía Margulis, está escrita en los genes y solo resta saber interpretarla. (17). Aunque dista mucho de conocerse con exactitud la filogenia de los organismos que intervinieron en la formación de la primera célula eucariota, distintas investigaciones recientes como la de James Mcinerney Mary J.O'Connell, (18). Describen haber descubierto que ciertas arqueas y bacterias poseen diversas secuencias de genes que codifican componentes del esqueleto de la célula eucariota, que se suponían exclusivos de la célula nucleada. Así la teoría que parecía sacada de una película fantástica, paso a paso va encontrando confirmación científica, urdiendo los perdidos hilos de información que se tejieron en la noche de los

tiempos, eventos en los que, las bacterias se propugnan como protagonistas.

En este mismo sentido se pronuncia A. Martínez-Abraín cuando afirma “Con todo, la ciencia no ha hecho más que abrir una ventana al conocimiento del mundo microbiano. Nuestro propio organismo, no es sino una colonia de formas vivas. No solo alojamos enormes cantidades de bacterias en nuestra piel, mucosas y en nuestros intestinos, no solo nuestras mitocondrias son bacterias de vida libre, sino que nuestro ADN esta dominado por virus y retrovirus que nos parasitaron en el pasado”.(19)

Entre tanto la evolución nunca se ha detenido ni lo hará. Las endosimbiosis no se dieron solo en los albores de la vida, hoy están apareciendo nuevas e increíbles endosimbiosis, como la de un caracol de mar, ¡FOTOSINTÉTICO! sin concha y más bien plano, para captar mejor los rayos del sol como lo hacen las plantas llamadas *Elysia chlorótica*. Como los vegetales, fabrica su propio alimento con la energía de los fotones del sol. Es un monstruo, pues no es ni animal ni vegetal, o ¿es ambas cosas?

Las pruebas de endosimbiosis siguen apareciendo, pero la más actual y cercana de todas es la de una medusa del Mediterráneo *Cassiopeia xamachana*, en cuyos tentáculos se aloja una simbiosis con algas fotosintéticas (Cianobacterias) productoras de nutrientes. Las investigaciones se realizaron en el Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona dependiente del CSIC y el estudio continúa en la búsqueda de nuevos datos.(20) Estos seres son así hoy, pero la evolución nunca se ha detenido y sigue actuando y ensayando sobre ellos nuevas e imposibles fórmulas de solución, a pesar de que nuestra efímera existencia no nos permita apreciarlo como acertadamente lo expresa el ecólogo Balear Joan Mayol “La percepción humana de la vida y la naturaleza no es una realidad, sino solo un proceso. Y resulta absurdo reducir la historia de la Tierra a un fotograma que es nuestra vida. (21)

Los logros obtenidos por las relaciones simbióticas y endosimbióticas mutualistas muestran a las claras las ventajas de la cooperación frente a la competencia. Como todo lo que sucede en la naturaleza, han sido sometidas a tests de eficacia y han superado con éxito la presión evolutiva de la selección natural de miles de millones de años en condiciones extremas y cambiantes. La naturaleza que no dejará jamás de sorprendernos, posee tal inmenso poder de imaginación sin fronteras, que a su lado palidece la más delirante fantasía humana.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) A. Martínez-Abraín. Quercus.
- (2) José María Arizmendiarieta. Pensamientos.
- (3) Cómo escribir artículos científicos. Manual para naturalistas. Editorial Tundra. Marcos Mendez. Portad.
- (4) Gobierno Vasco. Ihobe. Estrategia 2030. Estrategia de Biodiversidad del País Vasco. Oct. 2016.
- (5) La respiration heterotrofe dans les soles agricoles. Article Pauline Buysse et Marc Aubi. Univ. de Liège. Belgique.
- (6) En un metro de bosque. D. G. Haskell. Turner Noema Pg. 312.
- (7) El suelo, la mitad oculta del ecosistema. IDESCUBRE. REVISTA. F. Pugnaire. Estación Experimental Z. A.
- (8) La vida secreta de los arboles. Ediciones de Bolsillo. Peter Wohlleben. Pg. 18.
- (9) La vie de la Foet. Bernard Fischesser. Éditions de la Martinière. Pg. 152.

- (10) Bilan Carboné des Ecosystèmes Forestiers B. Saugier. Laboratoire d'Ecophysologie Végétal Université de Paris-Sud XI
- (11) Secuestro de carbono en los suelos forestales. Pere Rovira. Investigador del Centro de Tecnología Forestal de Cataluña, en Solsona. Artículo en Investigación y Ciencia. Marzo 2017 Pgs. 30-39.
- (12) Microbios patógenos de altos vuelos. David Schmale y Shane Ross. Universidad Estatal de Virginia.
- (13) Inventario de la vida. Investigación y Ciencia. . Temas 61. Conservación de la Biodiversidad Pg. 42.
- (14) La vie de Foret.
- (15) La contaminación minera de los ríos Tinto y Odiel. Manuel Olias Alvarez et al. Facultad de Ciencias Experimentales de la Universidad de Huelva. 165 Pgs.
- (16) La vida secreta de los árboles. Peter Wohlleben.
- (17) ¿Que es la vida? Lynn Margulis y Dorion Sagan. Matatemas.
- (18) Nuevos datos sobre el origen de la célula eucariota. James O. Mcinerney y Mary J. O'Connell. Universidad de Manchester y de Leeds. Investigación y Ciencia Abril de 2017 Pgs. 10-11.
- (19) Quercus. Cuaderno 374. El detective ecológico. Evolución pinball. A Martinez-Abraín Pgs. 6-7.
- (20) Investigación y Ciencia. Animales que crecen con la luz. Julia Costa et al. Instituto de Ciencias del Mar. Barcelona. CSIC.
- (21) Quercus. Cuaderno 2015. Conservando que es gerundio. Joan Mayol. Mayo 2012 Pgs. 9-10.

