

**E**lkarre hori gertatzen denean bi osagaiak zenbait onura eskura dezakete; landareak onddoari fotosintesiaren ondorengo karbonodun konposatuak eskaintzen dizkio eta onddoak, beste zenbait gauzen artean, elementu mineralak eta ura eskuratzea errazten dio landareari.

## MIKORRIZAK: Lurreko ekosistemaren salbatzaileak ote dira?

Miren Karmele Duñabeitia<sup>1</sup> & Isabel Salcedo<sup>2</sup>

Mikorritza hitza azken urteotan oso entzuna egin bada ere, XIX. mendearen bukaeran Frank alemaniarrek erabili zuen lehen aldiz landare-sustraien eta onddoen arteko elkarre sinbiotiko berezia izendatzeko (1. irudia).

### Azken hamarkadetakoz azarrak

Landare kormodun gehienek sustraiak (%95) onddo-mota batekin edo batzuekin erlazionatuta daude (5. irudia). Sustrai zoldu horiek mikorritza izenez ezagutzen dira. Grekotik dator hitz hori: *mukes* onddo eta *rhiza* sustrai.

Aurrerago azalduko ditugun arazoak direla eta, gizarteak bi osagaiengan ipini ditu begiak, batzuetan onddoaren ekoizpena bultzatu delarik eta besteetan berriz, zuhaitzena.

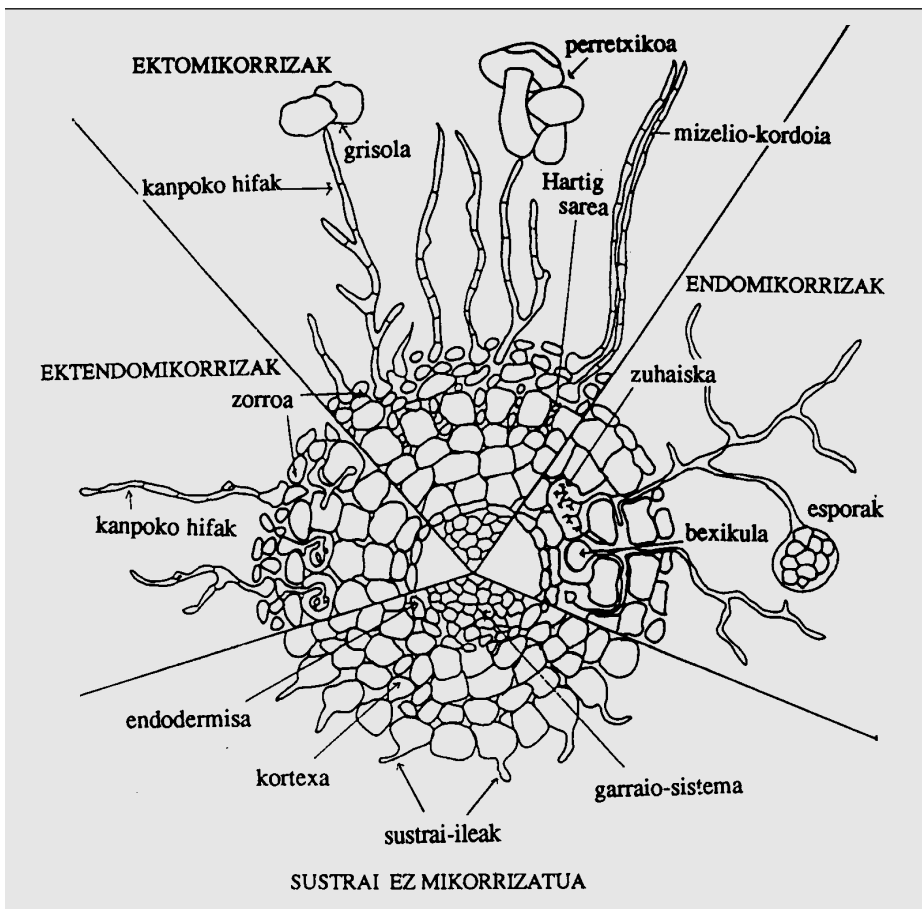
Mikorritzei buruzko ikerketetan sakontzen goazen heinean, ezagunak morfologikoen eta anatomikoen arabera bereizten diren mikorritza-motak gehitzen doaz; halaber, elkarre parte har-

tzen duten onddoen nortasuna ere irizpidetzat hartzen da. Hasieran mikorritzak bi multzo nagusitan sailkatzen baziren, gaur egun zazpi multzo bereiz daitezke. Edonola ere, ondorengo hiru multzoek oinarritzekoak izaten segitzen dute: mikorritza ektotrofikoa edo ektomikorritza, mikorritza endotrofikoa edo endomikorritza eta mikorritza ektendotrofikoa edo ektendomikorritza (2. irudia).

Gogora dezagun onddo horien bizi-zikloa egitura bakoitzari dagokion funtzioa ezagutzeko. Onddoak bizidun heterotrofoak dira eta beraz, beste bizidunak baliatzen dira karbono konposatuak lortu ahal izateko; onddo mikorritzikoek mikorritza egiturari esker, landareetatik lortuko dituzten konposatuak; onddoak energi iturriztat darabilta konposatuok eta bere gorputz begetatiboa, hots mizelioa, hazteko

1. irudia. Eskema honetan onddo ektomikorritzikoaren elkarre erakusten da.





2. irudia. Mikorrizamota ezberdinen ezaugarriak (M. Chalot et al.-etik hartuta).

behar ditu. Soilik zenbait baldintza bereziren aurrean karpoforo bilakatuko ditu eta horiek meiosporak, hau da, sakabanaketa-unitateak askatuko dituzte.

### Morfologia eta anatomia

Zenbait sustrai mikorrizaturen morfologia sustrai sekundario ez mikorrizatutik desberdintzea nahikoa erraza da. Beste batzuk bereizteko ordea, mikroskopioa erabili behar da derrigorrez. Arestian aipaturiko sailkapena sustraiaren zeharkako hifen koparen oinarrituta dago.

**Ektomikorrizak** erraz bereizten dira. Onddoak bigarren

mailako sustraiaren inguruan zorroa izeneko geruza nabaria garatzen du. Halaber, onddoen hifak sustraiaren kortexan sartzen dira eta soilik zelulen artean garatzen dira. Hifek garatzen duten sarea *Hartig* izenez izendatzen da (2. eta 3. irudiak). Ezagutzen diren landareen %3 edo %5

baino ez du ektomikorrizarik garatzen; hala ere, basogintzan paper azpimarragarria jokatzen dute.

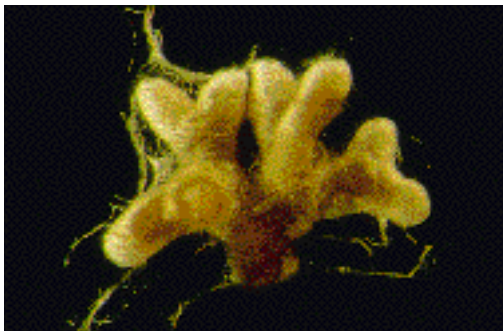
**Endomikorrizak** sustraiaren kanpoaldea sare fina izan dezake, baina sustraiaren ehunetan zehar nabaria da; gehienetan intrazelularki bexikulak eta zuhaiskak eratzten dituzte (2. irudia). Mikorrizamota hori landareen artean hedatua da eta ezagutzen ditugun landareen %90 endomikorrizak dituzte. Nekazaritzan duten zereginak damaie bestalde, aparteko garrantzia.

**Ektendomikorrizak** aurreko bi taldeen ezaugarriak biltzen ditu: zorroz gain, sustraiaren zeluletara sartzen da eta bertan hifa-kiribilak bereizten dituzte (2. irudia). Mikorrizamota hori zenbait zuhaitz eta zuhaiskatan behatu da eta zorro eta Hartig sarearen arabera azpialdeak egin dira.

Sailkapena egiteko, morfologia eta anatomiaz gain, onddo-taldea ere irizpide garrantzitsua da. Mikorrizaren forma dikotomoa da esagunena. Mikorrizamota edo ektomikorrizak bereziki, onddo-

3. irudia. Ektomikorrizaren baten zeharkako ebakidura, zorroa eta Hartig sarea ondo bereiz daitezkeelarik.

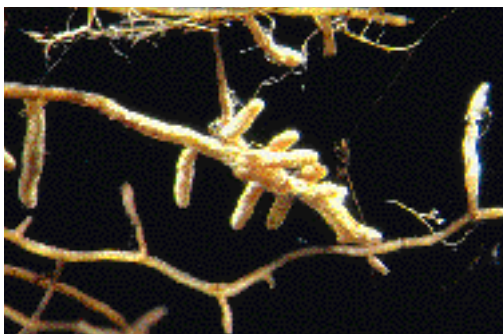




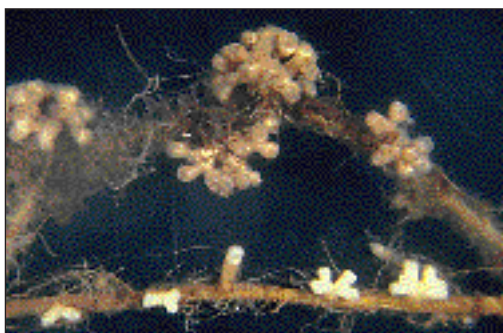
4. irudia. Mikorritza dikotomoa (*Scleroderma* sp. eta *Pinus radiata* espezieen artean).



5. irudia. Mikorritza ez-adarkatua. (*Quercus pyrenaica* ametsa eta onddo ezezagun espezie biren artean).



6. irudia. Mikorritza pinatua (*Castanea sativa* gaztainondoa eta *Scleroderma verrucosum* espezieen artean).



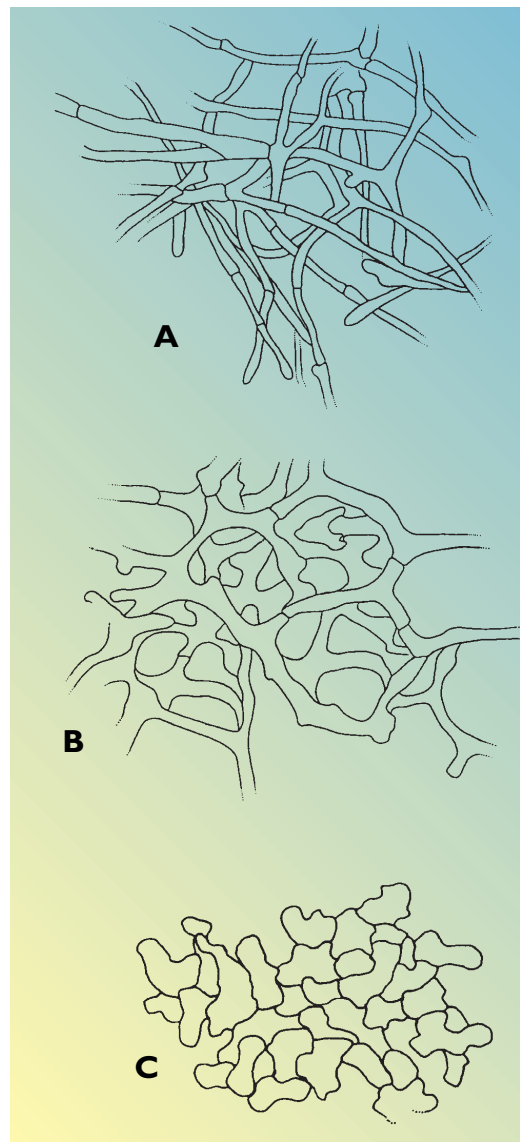
7. irudia. Koral-formako mikorritza (*Rhizopogon* sp. eta *Pinus radiata* espezieen artean).

-espeziearengatik edo zuhaitz-espeziearengatik hartuko ditu bere ezaugarri morfologikoak eta anatomikoak. Horren arabera bereiz daitezke mikorritza-formak. Forma arruntak dikotomoa, ez-adarkatua, pinatu-monopodikoa, irregularki pinatua eta koral-formakoa dira (4., 5., 6. eta 7. irudiak).

Oro har, onddoen oinarrizko gorputza egitura firukara da. Bestalde, beraien antolaketa ere oso garrantzitsua da mikorritzen sailkapena osatzeko. Egitura firukara horiek pseudoehunetan antolatzen dira eta bi dira oinarrizkoak: plektenkima, hau da, hifak lasaiki gurutzatuta daudenean, eta pseudoparenkima, hifak estu josita daudenean (ez da ahaztu behar tarteko egoerak ere ematen direla). (8. irudia).

Esan dugunez, ektomikorritzak berez endomikorritza baino urriagoak dira, baina izugarriko garrantzia dute gure lurraldeetan; onddo horiek lurralde epeletako landare oihandarrak mikorritzen dituzte, hala nola, Betulazeoak, Fagazeoak, Pinazeoak, Salikazeoak, Fabazeoak, Rosazeoak eta abar. Bestalde, elkarketa-mota hori eratzen dutenek gure gizartean eta bereziki perretxikozaleen artean hain preziatuak diren fruitu-gorputzak garatzen dituzte, besteak beste, Basidiomycotina subdibisioko genero ugari (*Amanita*, *Russula*, *Lactarius*, *Boletus*, *Suillus*, *Rhizopogon*, *Scleroderma* eta abar), Ascomycotina subdibisioko *Tuber*, *Elaphomyces* generoak edota Zygomycotina subdibisioko *Endogone* generoa.

Endomikorritzen presentzia hedatuago badago ere, lurralde epeletako basoetan eragin txikiagoa dute, nahiz eta gainerako ekosistemetan nagusi izan. Azken mikorritza-mota hau Zygomycotina subdibisioko generoekin erlazionatuta dago. Ektomikorritzak aitzitik, Basidiomycotina subdibisioko generoak izaten dira,

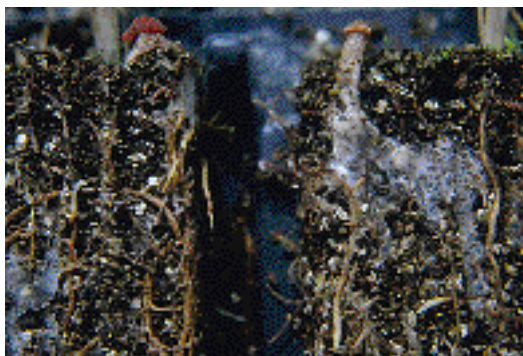


8. irudia. Onddoen hifen antolaketa mikorritzen zorroan. A: plektenkima, B: tarteko egoera eta C: pseudoparenkima.

baina zenbait zuhaiska eta belarkarekin sortzen dira.

## Mikorritzen onurak eta erabilpenak

Sinbiosi mikorritzikoek funtzio ekofisiologiko garrantzitsua betetzen dute lurreko ekosistematan. Mikorritzak elementu zurgatzaile eraginkorrak dira, ura eta elikagai mineralen zurgapena areagotzen dutelako. Elikagaien zurgapenaren hobekuntza sustrai-sistemaren



9. irudia. Plantula baten sustrai-sistema mikorrizatua.

zurgapen-azalera gehitzean datza, urrun ailegatzen baitira; bestalde, onddoak zenbait exoentzima kanporatuz, landarearentzat eskurgaitzak izan zitezkeen konposatu organikoak edo ez-organikoak lor ditzake (9. irudia).

Onddo mikorrizikoak landareari zenbait patogenoren aurrean, (*Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Phytophthora*), nolabaiteko kontrol biologikoa eskaintzen dio. Babes-funtzioaren mekanismoak besteak beste, oztopo fisikoa edo antibiotiko eta fungistatiko diren metabolitoen ekoizpena izan daitezke.

Funtzio horiez gain, onddoak landarearen hazkuntza-erregulatuzaileak ekoiz ditzake, sustrai mikorrizatuen garapenean eta fisiologian eragin dezaketelarik.

Hori guztia dela eta, azken urteotan mikorrizen erabilpena erabat hedatu da basogintzako lan ugarietan. Esate baterako, espezie ohiandarrek mikorrizen elkartea ezinbestekoa dutela ikusi da.

Erabilpenen artean, lurzoruen berreskurapena eta kontserbazioa nabarmen daitezke. Besteak beste, nekazaritzan erabilitako eta ondoren utzitako lur-eremuak, eremu desforestatuak eta larretako lurrak berreskuratzeko nahitaezkoa da landare mikorrizatuen erabilera. Alabaina, lurzoru horietan onddo mikorrizikorik ez dagoela kontutan hartu behar da, birlandaketa arrakastatsua izango denik ezin baita ziurtatu.

Degradatutako eremuetan eta estres-egoerako birlandaketak burutzeko oso erabiliak dira mikorrizak. Poluzioak jotako lurraldeetan landaketek aurrera egitea lortu da landare mikorrizatuak erabiliz.

Eta azkenik, ekoizpen ohiandarraren hobekuntzan funtsezko tresna bilakatu dira. Hauxe da ektomikorrizak gehien erabilitako arloa. Izan ere, ektomikorrizak aipatutako beste erabilerak biltzen ditu eta une honetan lur antzuetako birlandaketarako itxaropena baita. Itxaropena egi bihur dadin, mintegietan gune desberdinetara hobeki egokitu diren landare mikorrizatuen ekoizpena bultzatzen da (10. irudia).



10. irudia. Mintegi bateko plantula mikorrizatuen ekoizpena.


Mikorrizek basogintzan duten garrantzia nabarmendu badugu ere, nekazaritzarako ere alternatiba egokia izan daitezke, ohizko ongarrien erabilera aldaraz baitezake. Endomikorrizek elikagaien zurgapena errazten dute eta beren koste ekologiko eta ekonomikoa oso txikia da. Utzitako nekazal eremuen birziklapenean ere oso garrantzitsuak dira, zuhaitzen eta karpoforoen ekoizpena ahalbideratzen baitute.

Ikerketa berrietako *in vitro*-ko landare-kultiboetan mikorrizen era-

bilera gero eta handiagoa da eta lortutako plantulen birlandaketako sustraitzea eta superbizipena hobetzen ari direla behatu da.

Edonola ere, landarearen hobekuntzaz gain (aipatu ditugun eragin ekologiko eta ekonomiko nabariak ahaztu gabe), azken urteotan onddo karpoforoen ekoizpena bultzatzen ari da. Lehenago ere aipatu ditugu onddo ektomikorrizikoak, horietako genero asko oso ezagunak direlarik. Batzuk balio komertzial handia dute, hala nola, *Boletus* onddoa, *Lactarius* esnego-

rria eta *Tuber* grisola. Hori dela eta, karpoforoen ekoizpena sustatzea eta uza berriak lortzea gaur egungo erronka dira.

Mikorrizaz baliatzea ezinbestekoa izango dela uste dugu eta bi onura-multzoak batera baliatu beharko genituzke: lehena ezinbestekoa da gure baso, ohian eta lurraldeak berreskuratzeko eta bigarrena epe ertain batera, diru-iturri zuzena bihur daiteke. 

\* **Biologoak eta Euskal Herriko Unibertsitateko bekaduna (1) eta irakaslea (2)**