



LURZORUKO ANIMALIEK HOSTO HILEN DESKONPOSAKETAN DUTEN FUNTZIO BITXIA

François-Xavier Joly^{1,2*} and **Jens-Arne Subke**¹

¹ Biologia eta Ingurumen Zientziak, Stirlinggo Unibertsitatea, Stirling, Erresuma Batua

² Ekosistema Lehortarren Ikerketa Dibisioa, Mikrobiologia eta Ingurumen Sistemen Zientzia Zentroa, Vienako Unibertsitatea, Viena, Austria

YOUNG REVIEWERS:



JUAN DIEGO

AGE: 15

Landareen hostoak hiltzerakoan, erori eta lurzoruan metatzen dira, eta bertan, prozesu garrantzitsu bat gertatzen da: hauen deskonposaketa. Deskonposaketa ezinbestekoa da mantengaiak birziklatu eta lurzorura itzultzeko. Hau, nagusiki, mikrobio izeneko izaki multzoek egiten dute, begi hutsez ikusezinak; horrela, pixkanaka hosto hilak usteltzea eragiten dute. Hala ere, milazango eta barraskiloak bezalako izaki handiagoek ere hosto hilak jaten dituzte. Izaki handi hauek hostoak ez dituzte guztiz ondo digeritzen eta hosto materiaren gehiengoa lurzorura itzultzen dute gorotz moduan, mikrobioen bidez are gehiago deskonposatzen dena. Eraginik al du birziklapen prozesuan hosto hiletatik gorotzetara ematen den eraldaketa honek? Hosto hilez elikatzen diren lurzoruko animalia askoren gorotzak bildu eta osorik dauden hostoak baino azkarrago deskonposatzen direla ikusi dugu. Honek esan nahi du lurzoruko animaliek hosto hilen deskonposaketan laguntzen dutela, ez hauek digerituz, baizik eta gorotzetan eraldatuz.

FOTOSINTESIA

Hostoen bidez eguzkiaren argitik energia lortzeko landareen prozesua, karbono dioxido eta ura azukretera eralda ditzaten.

DESKONPOSAKETA

Landareen eta animalien materia konplexua forma sinpleagotara zatitzen den prozesua, karbono dioxidoa eta mantenugaiak sortuz.

MIKROBIOAK

Bizidun txiki-txikiak, begi hutsez ikusezinak, hala nola bakterio eta onddoak. 'Mikroorganismo' ere deiturikoak.

ENTZIMAK

Molekula handi eta konplexuak molekula txiki eta sinpleagotan zati ditzaketen proteinak.

ZERGATIK IKERTU HOSTO HILAK?

Landareak Lurreko bizitza guztiaren oinarri dira. Landareek, beraien hostoei esker, eguzki-energia erabili dezakete airetik karbono dioxidoa bildu eta azukrean eraldatzeko. Prozesu hau, **fotosintesi** deiturikoa, guztiz beharrezkoa da Lurreko bizitzarako. Azukreak landarearen beste atal batzuk hazteko erabiltzen dira (hostoak, zurtoinak, sustraiak), gerora izaki ezberdin askok jan ditzaketenak. Baina landareen hostoak soilik zenbait hilabete eta urte gutxi batzuen artean bizi dira. Landareei hauek galtzeko ordua heltzen zaienean, hosto hilak lurzoruan metatzen dira, bertan beste prozesu garrantzitsu bati hasiera emanez: hosto hilen deskonposaketa. **Deskonposaketa** prozesu hau fotosintesia bezain garrantzitsua da, hostoak osatzen dituen karbonoa atmosferara karbono dioxido moduan itzultzea ahalbidetzen baitu, berriro ere beste landare batzuk erabil dezaketena. Deskonposaketa bidez, hostoetan dauden mantenugaiak ere lurzorura itzultzen dira; horrela, landareek berriro ere hosto berriak sortzeko erabili ditzakete. Fotosintesi eta deskonposaketaren arteko oreka hauskor honi esker jarraitzen du bizitzaren zikloak.

MIKROBIOEK HOSTO HILAK DESKONPOSATZEN DITUZTE

Nola gertatzen da deskonposaketa? Funtsezko prozesu hau gehien bat lurzoruko organismo talde batek burutzen du: **mikrobioek**. Mikrobioen taldea onddoek—perretxikoak osatzen dituzten organismo berberak— eta bakterioek osatzen dute. Hain txikiak dira mikrobioak, ezen begi hutsez kasik ikusezinak diren; hala eta guztiz ere, izugarri ugariak dira lurzoruan. Soilik 1 g lurzoruk 10 bilioi mikrobio izan ditzake. Mikrobio hauek hosto hilak erabiltzen dituzte elikagai gisa. Beraien inguruko lurzorura **entzima** ezberdin ugari kanporatuz digeritzen dituzte hostoak. Entzima hauek guraizeek bezala funtzionatzen dute, hosto hil handiak puska mikroskopikotara moztuz. Mikrobioek gero hosto puska hauek digeritu ditzakete, energia lortu eta hazteko. Ondoren, mikrobioek karbonoa atmosferara karbono dioxido moduan askatzen dute berriro ere. Bizitzaren zikloak jarrai dezake.

Dena den, mikrobioek ezin dituzte hosto hil guztiak abiadura berean deskonposatu. Landare batzuk, pinu eta pagoek esaterako, hosto sendoak osatzen dituzte, nahiko lodiak eta mantenugaietan txiroak. Hosto hauek ez dira oso onak fotosintesian, baina baldintza oso zailtan ere biziraun dezakete. Hortaz, hiltzerakoan hosto hauek mantso deskonposatzen dira, mantenugai gutxi eta mikrobioak hazteko azalera txikia eskaintzen dituztelako. Bestalde, lizar eta hirusta bezalako landareek askoz finagoak eta mantenugaietan aberatsagoak diren hostoak sortzen dituzte. Hosto hauek kalteekiko erresistentzia txikiagoa dute, baina hobeak dira fotosintesian. Finagoak eta mantenugaietan aberatsagoak diren hosto hauek hiltzerakoan, mantenugai gehiago eta azalera handiagoa eskaintzen dituzte mikrobioentzat, eta beraz, azkarrago deskonposatzen dira.

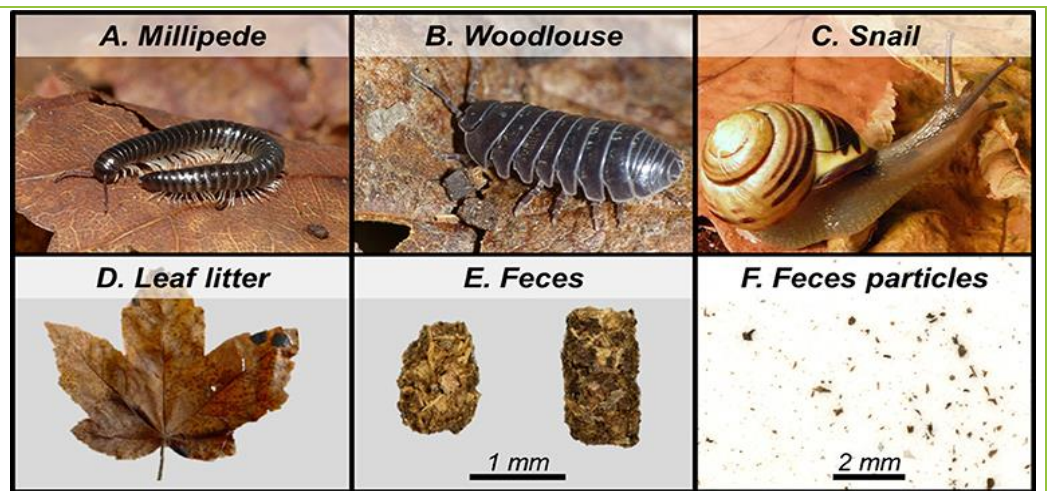
IRUDIA 1

(A–C) Hosto hilak jan eta gorotzetan eraldatzen dituzten lurzoruko animalien adibideak. (D) Animalia hauek jan ditzaketen hostoen adibideak. (E) Hosto hilak jaten dituzten animalien gorotzen adibideak. (F) Hostoak jaten dituzten animalien gorotzak hosto partikula txiki ugariz osatuta daude.

Millipede: Milazangoa;
Woodlouse: Kukurutxa;
Snail: Barraskiloa; Leaf litter: Orbela; Feces: Gorotzak; Feces particles: Gorotz partikulak.

GOROTZAK

Animaliek digeritzen ez duten jatekoaren arrastoak. Beste hitz batuetan: kaka.



Irudia 1

ANIMALIEK MIKROBIOAK LAGUNTZEN DITUZTE DESKONPOSAKETAN

Mikrobioak ez dira hosto hilak deskonposatzen dituzten lurzoruko izaki bakarrak. Lurzoruko izaki handiago asko ere hosto hilez elikatzen dira, hala nola milazangoak, lur-zizareak, kukurutzak eta barraskiloak (**1A-C Irudiak**). Baso mota batzuetan, baita basamortuetan ere, urtero erortzen diren hosto hilen gehiengoa animalia hauek jaten dute [1–4]. Hala ere, animalia hauek jaten dituzten hosto guztietatik zati txiki bat besterik ez dute digeritzen eta erabiltzen. Gehiengoa **gorotz** moduan itzultzen dute lurzorura (**1E Irudia**). Honek esan nahi du, animalia hauek ugariak diren ekosistemetan, bakterio eta onddoentzako materia organikoaren iturri nagusia ez direla hosto hilak, baizik eta gorotzak. Jandako hosto hila edozein motakoa dela ere, gorotzak beti dira hosto hilak baino txikiagoak, milaka hosto puska txikiz osatuak (**1F Irudia**). Hosto hil handi eta osoak puska txikietan eraldatuta mikrobioen hazkuntzarako azalera handiagoa lortzen da, eta ondorioz, deskonposaketa areagotzen da.

Hosto hilak gorotzetan eraldatzearen garrantzia ez da guztiz ezaguna. Mikrobioen bidez gorotzak errazago deskonposatzen al dira osorik dauden hostoak baino? Hala bada, garrantzitsuagoa al da eraldaketa hau hosto sendo eta lodietan, mikrobioen bidez dagoeneko erraz degradatzen diren hosto finetan baino? Hosto hilez elikatzen diren animalia guztiek laguntzen al dituzte mikrobioak hostoen deskonposaketan? Ikerketa honetan, galdera hauei erantzuten saiatu ginen [5].

GOROTZEN FABRIKA: DESKONPOSAKETA LABORATEGIAN IKERTZEN

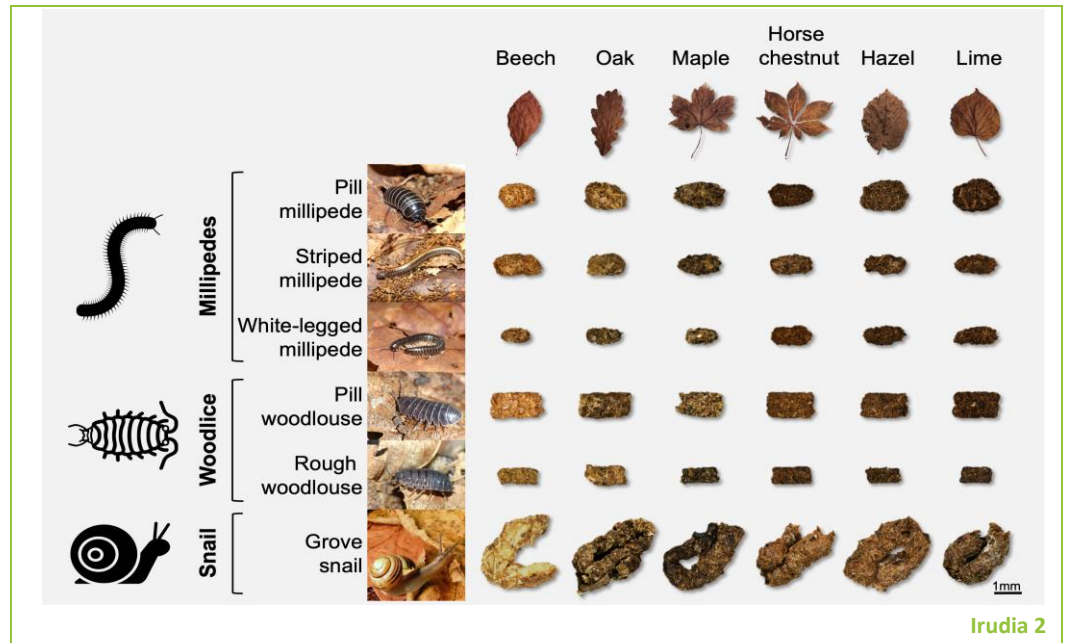
Hosto hilak gorotzetan eraldatzearen garrantzia ikertzeko milaka gorotz fresko aurkitu eta bildu behar dira, mota ezberdinetako hosto hilak jaten dituzten lurzoruko zenbait animaliaarenak. Hau ezinezko eginkizuna da naturan, gorotzak oso txikiak direlako eta zein animaliaarenak diren jakitea eta animalia hauek zein hosto mota jan dituzten ezagutzea ezinezkoa delako. Beraz, esperimendu berri eta berezi bat asmatu genuen: gorotzen fabrika. Eskoziako Behe Lurretako

IRUDIA 2

Sei hosto hil mota ezberdinez elikatzen ari ziren lurzoruko sei animalia espeziatik bildutako gorotzak. Gorotzak eskalan irudikatuta daude, baina hosto eta animaliak ez. Ikusi daiteke gorotzen kolorea jandako hosto hilen arabera dela, pago hostoak jaterakoan kolore argia eta limondo hostoak jaterakoan kolore ilunagoa izanik. Aldiz, gorotzen forma animaliaaren arabera da, milazangoena obalatu, kukurutxena errektularra, eta barraskiloena zilindrikoa (Irudia [5]-etik moldatua).

Millipedes:
Milazangoak; Woodlice:
Kukurutxak; Snail:
Barraskiloa; Pill millipede: Gomeris marginata; Striped millipede: Ommatoiulus sabulosus; White-legged millipede: Tachypodoiulus niger; Pill woodlouse: Armadillidium vulgare; Rough woodlouse: Porcellio scaber; Grove snail: Cepaea nemoralis (Baso-barraskiloa); Beech: Pagoa; Oak: Haritza; Maple: Astigarra; Horse chestnut: Indigaztainondoak; Hazel: Hurritza; Lime: Limondoa.

zenbait baso eta belarditan zehar ibili ginen, lurzoruko milaka animalia bilduz, sei espeziatan bana ditzakegunak: hiru milazango espezie, bi kukurutx espezie eta barraskilo espezie bat. Abiadura ezberdinetan deskonposatzen diren sei zuhaitz espeziaren hostoak ere bildu genituen: haritzak, pagoak, hurritzak, astigarrak, indigaztainondoak eta limondoak (**2 Irudia**). Lagin guztiak laborategira eraman eta, plastikozko kutxak erabilita, animalia espezie bakoitza hosto hil mota bakoitzarekin parekatu genuen. Guztira 36 hosto/animalia konbinaketa genituen. Ondoren, animaliei jaten utzi eta astean bitan haien gorotzak bildu genituen hilabete batean zehar. Gorotz hauek oso dibertsoak ziren: jaten zituzten hosto hilen arabera kolore aldakorra zuten, eta animalia espeziaren arabera forma aldakorra (**2 Irudia**).



Irudia 2

Gorotzen bilketa ostean, hauen deskonposaketa abiadura neurtu eta hosto hil osoekin alderatu genuen. Munduko beste ikerlari batzuk erreplikatu ahal izateko baldintzetan neurtu nahi genuen deskonposaketa; horrela, gure emaitzak egiaztatu edota beste animalia ala hosto espezie batzuekin alderatu daitezke. Horretarako, laborategian lurzoru sistema artifizial eta txikiak sortu genituen. Inguruko zelaietako lurzoruz ontzi txikiak bete genituen eta lurzoruaren gainean gorotz ala hosto hilak kokatu genituen, sare txiki batez bereizita. Sareak gorotz eta hosto hilen arrastoak erraz berreskuratzea ahalbidetu zigun, baina aldi berean, lurzoruko mikrobioei bertatik zeharkatzen eta gorotz eta hosto hilak deskonposatzen uzten zien. Ontziak gela ilun, goxo eta heze batean jarri genituen 6 hilabetez. Astero ura gehitu genien ontziei, lurzoruko hezetasuna mikrobioentzat ezin hobea izan zedin. 6 hilabete pasa ondoren, gorotz eta hosto hil arrastoak berreskuratu genituen. Hauek lehortu, pisatu eta laginen hasierako masekin alderatu genituen, 6 hilabete hauetan mikrobioek gorotz eta hosto hil hauetatik zenbat deskonposatu zuten jakiteko.

ZER AURKITU GENUEN?

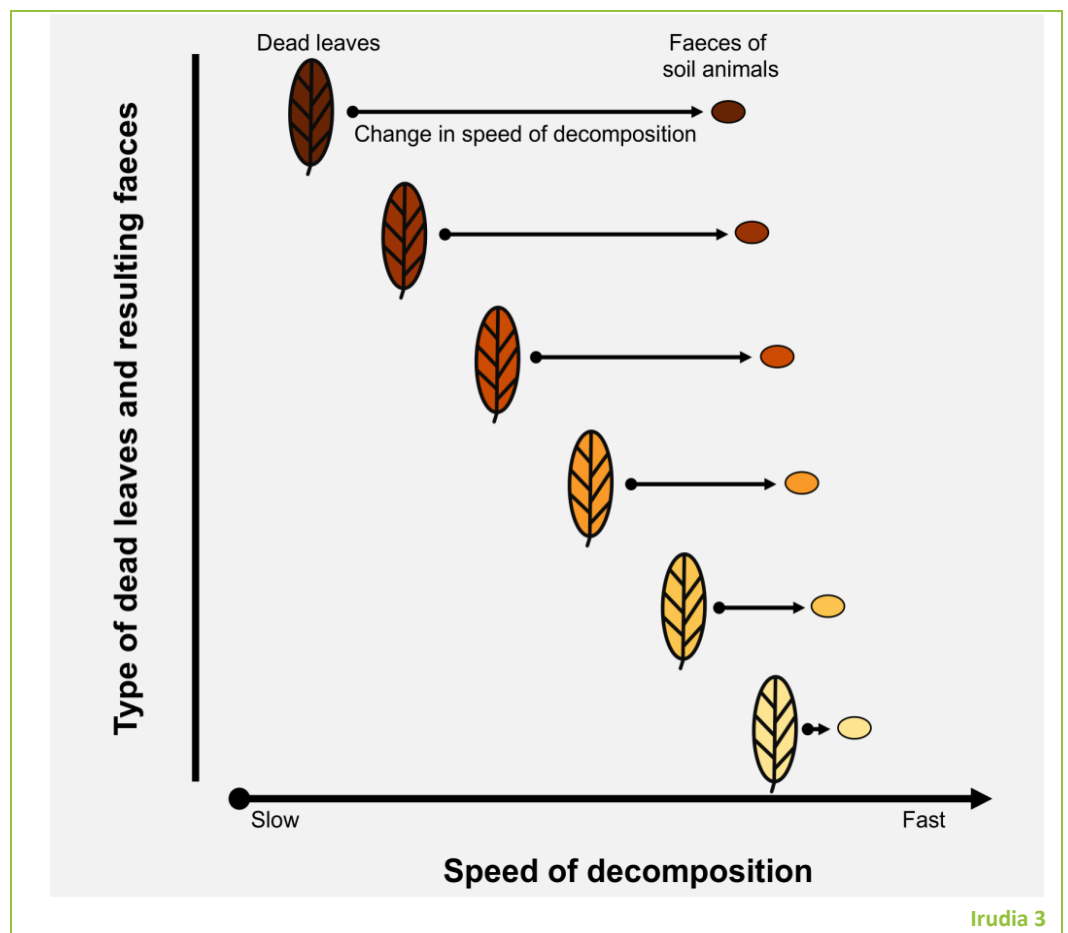
Gure ikerketek bi aurkikuntza oso interesgarri adierazi zituzten. Lehenik, ikertutako animalia guztietan, gorotzak batez bestean hosto hilak baino %38

IRUDIA 3

Hosto hilak gorotzetan eraldatuz, lurzoruko animaliek hosto hilak deskonposatzen diren abiaduran eragiten dute. Batez bestean, lurzoruko animalien gorotzak hosto hil osoak baino %38 aldiz azkarrago deskonposatu ziren. Eragin hau hosto hil motaren menpekoa da. Animaliek mikrobioentzat deskonposatzeko errazak ziren hostoak jaterakoan (hori argiz adierazita), hauen gorotzak ez ziren hosto hilak baino askoz azkarrago deskonposatu. Ordea, animaliek mikrobioentzako deskonposatzeko zailak ziren hosto hilak jaterakoan (marroi ilunez adierazita), gorotzetako hosto zati txikiak askoz azkarrago deskonposatu ziren.

Type of dead leaves and resulting faeces: Hosto hil mota eta hauen gorotza; Speed of decomposition: Deskonposaketa abiadura; Slow: Motela; Fast: Azkarra; Change in speed of decomposition: Deskonposaketa abiaduraren aldakuntza; Dead leaves: Hosto hilak; Faeces of soil animals: Lurzoruko animalien gorotzak.

aldiz azkarrago deskonposatzen zirela ikusi genuen (**3 Irudia**). Emaitza hauek kontsistenteak dira, barraskilo, milazango eta kukurutxak oso espezie ezberdinak izan arren. Uste dugu gorotzak azkarrago deskonposatzearen arrazoa animaliek hosto hil handiak milaka zati txikitari eraldatzea dela, mikrobioen hazkuntza eta deskonposaketa erraztuz. Gure bigarren aurkikuntzaren arabera, deskonposaketa abiaduraren handipena ez zen berdina izan hosto hil mota guztietan. Animaliek mikrobioentzat deskonposatzeko errazak ziren hostoak jaterakoan, hauen gorotzak ez ziren hosto hil osoak baino askoz azkarrago deskonposatzen. Ordea, animaliek mikrobioentzako deskonposatzeko zailak ziren hosto hilak jaterakoan, hauen gorotzak hosto hil osoak baino askoz azkarrago deskonposatzen ziren. Hori dela eta, hosto hil mota ezberdinen deskonposaketaren abiaduran dauden ezberdintasun handiak, behin animaliek hostoak jan eta gorotzetan eraldatzerakoan, ia desagertzen dira.



Irudia 3

LURZORUKO ANIMALIEK BIZITZAREN ZIKLOAN LAGUNTZEN DUTE

Laburbilduz, hosto hilak gorotzetan eraldatuz, lurzoruko animaliek mikrobioek burutzen duten deskonposaketa azkartzen dute. Honi esker, hosto hilak ez ditugu lurzoru gainean metatzen ikusten, bereziki hostoen deskonposaketa motela duten landareen azpian. Lurzoruko animaliek hosto hilak gorotzetan eraldatzeari esker, batetik, hostoetako karbonoa atmosferara karbono dioxido moduan itzultzen dute, eta bestetik, mantenugaiak lurzorura itzultzen

laguntzen dute, non funtsezko substantzia hauek berriro ere landareek erabil ditzaketen. Hortaz, lurzoruko animaliek fotosintesiaren eta deskonposaketaren arteko funtsezko oreka mantentzen laguntzen dute, landareak sostengatuz— eta beraz, Lurreko bizitza guztia sostengatuz!

JATORRIZKO ARTIKULUA

Joly F-X, Coq S, Coulis M, David J-F, Hättenschwiler S, Mueller CW, Prater I, Subke J-A. Detritivore conversion of litter into faeces accelerates organic matter turnover. *Commun Biol* (2020) 3:660.

ERREFERENTZIAK

1. Sagi, N., Grünzweig, J. M., and Hawlena, D. 2019. Burrowing detritivores regulate nutrient cycling in a desert ecosystem. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 286:20191647. doi: 10.1098/rspb.2019.1647
2. David, J. F., and Gillon, D. 2002. Annual feeding rate of the millipede *Glomeris marginata* on holm oak (*Quercus ilex*) leaf litter under Mediterranean conditions. *Pedobiologia.* 46:42–52. doi: 10.1078/0031-4056-00112
3. Coulis, M., Hättenschwiler, S., Coq, S., and David, J. F. 2016. Leaf litter consumption by macroarthropods and burial of their faeces enhance decomposition in a mediterranean ecosystem. *Ecosystems.* 19:1104–15. doi: 10.1007/s10021-016-9990-1
4. Cárcamo, H. A., Abe, T. A., Prescott, C. E., Holl, F. B., and Chanway, C. P. 2000. Influence of millipedes on litter decomposition, N mineralization, and microbial communities in a coastal forest in British Columbia, Canada. *Can. J. For. Res.* 30:817–26. doi: 10.1139/x00-014
5. Joly, F.- X., Coq, S., Coulis, M., David, J.- F., Hättenschwiler, S., Mueller, C. W., et al. 2020. Detritivore conversion of litter into faeces accelerates organic matter turnover. *Commun. Biol.* 3:660. doi: 10.1038/s42003-020-01392-4

EDITED BY: Rémy Beugnon, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

SCIENCE MENTOR: Maria Claudia Segovia-Salcedo

CITATION: Joly F-X and Subke J-A (2022) The Bizarre Role of Soil Animals in the Decomposition of Dead Leaves. *Front. Young Minds* 10:638736. doi: 10.3389/frym.2022.638736

CONFLICT OF INTEREST: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

COPYRIGHT © 2022 Joly and Subke. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original

publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

YOUNG REVIEWERS

JUAN DIEGO, AGE: 15

Hi, my name is Juan Diego, I just turned 15. I am from Ecuador but I grew up in the United States. I have many hobbies. My favorite pass time is playing video games because it allows me to play with my friends now that I am locked in because of the pandemic. I enjoy animals and nature. That is why as part of a school project, currently, I am working on a small stickers book about endangered species of Ecuador.



BIOGRAFIAK

FRANÇOIS-XAVIER JOLY

François-Xavier lurzoru ekologo frantziarra da, Vienako Unibertsitatean lanean dabilena, Austrian. Bere ikerketa lurzoruko bizidunek landare hilen usteltzean nola laguntzen duten eta prozesu hau aldaketa globalek, hala nola klima aldaketak eta biodibertsitate galerak, nola alda dezaketen ulertzean zentratzen da.



JENS-ARNE SUBKE

Jens-Arne ekosistema ekologoa da Stirlingo Unibertsitatean, eta landareen, lurzoruaren eta ingurunearen arteko elkarrekintzetan du jakingura. Atmosferako CO₂ kontzentrazioak murrizteko landareek atmosferako karbonoa hartu eta lurzorian egonkortzen duten moduari buruzko galderei erantzuna bilatzea du helburu.



ITZULTZAILEAK

JON ZUBIETA