

Las acciones climáticamente eficaces (CSA por sus siglas en inglés) incluye un amplio conjunto de prácticas que fomentan la conservación de los recursos del suelo, minimizan su degradación y promueven su biodiversidad, al tiempo que ayudan a mitigar el cambio climático. Estas prácticas son de especial interés para los pastizales, que proporcionan múltiples servicios ecosistémicos (p. ej., producción de carne y leche, turismo, secuestro de carbono). La dehesa, que es el sistema silvopastoral más extenso de Europa, está amenazada por la degradación de los suelos y los impactos del cambio climático en un contexto de baja rentabilidad y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del sector ganadero. El objetivo del proyecto de investigación es evaluar el potencial de las prácticas CSA para incrementar la resiliencia y mitigar las emisiones de GEI del suelo en la dehesa. En particular, se evaluarán, de forma independiente y combinada, dos prácticas CSA, relacionadas con i) la mejora de la productividad (siembra de mezclas biodiversas de leguminosas), y ii) la circularidad (enmiendas de biochar activado obtenido a partir de residuos de poda). El proyecto abordará los efectos de estas CSA en: 1) la diversidad funcional y estructural del microbioma del suelo, 2) la dinámica de los nutrientes del suelo, con especial enfoque en N y P, y 3) la dinámica de los GEIs y el secuestro de carbono del suelo. La investigación propuesta utilizará metodologías de vanguardia para estudiar las poblaciones y procesos microbianos, como: perfiles de PLFAs, secuenciación de amplicones (16S rDNA de bacterias y arqueas, ITS de hongos, 18S rDNA de protistas), cuantificación del número de copias de genes mediante qPCR para estimar la abundancia de microorganismos involucrados en la producción y el consumo de GEIs (CO₂, CH₄ y N₂O), y la cuantificación de actividades enzimáticas extracelulares en el suelo. El objetivo final es modelar la dinámica a largo plazo de los flujos de carbono y GEI en respuesta a las prácticas CSA en el agroecosistema de dehesa, para poder así aumentar su potencial para mitigar el cambio climático y contribuir a la seguridad alimentaria. Mediante el plan de formación asociado a este proyecto, la persona contratada adquirirá sólidos conocimientos sobre ecología microbiana, metagenómica y bioinformática; y podrá completar su perfil investigador con estancias en laboratorios de excelencia extranjeros.

El grupo de investigación al que se incorporará la persona contratada predoctoral está formado por dos investigadores principales (Ángel Valverde Portal y José Mariano Igual Arroyo), una técnico de laboratorio y una estudiante predoctoral en su último año. El grupo cuenta con un laboratorio completamente equipado para estudios de microbiología, además de con toda la infraestructura científico-tecnológica del IRNASA-CSIC (<https://www.irnasa.csic.es>). La línea de investigación principal del grupo es la ecología microbiana de suelos, centrándose en los últimos años en el estudio de la dehesa, el sistema silvopastoral más extenso de Europa y que es el característico del suroeste peninsular. El grupo de investigación colabora extensamente con científicos de otras instituciones, tanto nacionales como internacionales, y tiene una alta producción científica y de captación de fondos para la investigación, como se refleja en los dos apartados siguientes:

Selección de Publicaciones SCI (5 últimos años)

de la Puente L, Echevarría L, Igual JM, Ferrio JP, Palacio S (2024) Changes in soil microbiota alter root exudation and rhizosphere pH of the gypsum endemic *Ononis tridentata* L. *Plant and Soil*. DOI: 10.1007/s11104-024-06691-x

- Saati-Santamaría Z, Flores-Félix J.D, Igual JM, Velázquez E, García-Fraile P, Martínez-Molina E (2024) Speciation Features of *Ferdinandcohnia quinoae* sp. nov to Adapt to the Plant Host. *Journal of Molecular Evolution* 92: 169-180.
- Cebekhulu S, Gómez-Arias A, Matu A, Alom J, Valverde A, Caraballo MA, Ololade O, Schneider P, Castillo J (2014) Role of indigenous microbial communities in the mobilization of potentially toxic elements and rare-earth elements from alkaline mine waste. *Journal of Hazardous Materials* 466: 133504.
- Quiroga MV, Stegen JC, Mataloni G, Cowan D, Lebre PH, Valverde A (2024) Microdiverse bacterial clades prevail across Antarctic wetlands. *Molecular Ecology* 33:e17189.
- Ojo AO, Castillo J, Cason ED, Valverde A (2024) Biodegradation of chloroethene compounds under microoxic conditions. *Biotechnology and Bioengineering* 121: 1036-1049.
- Azziz A, C Frade, Igual JM, del Pino A, Lezama F, Valverde A (2023) Legume Overseeding and P Fertilization Increases Microbial Activity and Decreases the Relative Abundance of AM Fungi in Pampas Natural Pastures. *Microorganisms* 11: 1383.
- Navarro-Perea M, Pueyo Y, Moret D, Valverde A, Igual JM, Alados CL (2023) Plant-soil interactions in response to grazing intensity in a semi-arid ecosystem from NE Spain. *Arid Land Research and Management* 37: 184-196.
- Camarero JJ, Gazol A, González de Andrés E., Valeriano C, Igual JM, Causapé J (2023) Increasing Wood $\delta^{15}\text{N}$ in Response to Pig Manure Application. *Forests* 14: 8.
- Gonzalez de Andres E, Gazol A, Querejeta JI, Igual JM, Colangelo M, Sánchez-Salguero R, Linares JC, Camarero JJ (2022) The role of nutritional impairment in carbon-water balance of silver fir drought-induced dieback. *Global Change Biology* 28: 4439-4458.
- Quiroga MV, Valverde A, Mataloni G, Casa V, Stegen JC, Cowan D. (2022) The ecological assembly of bacterial communities in Antarctic wetlands varies across levels of phylogenetic resolution. *Environmental Microbiology* 24: 3486-3499.
- Gazol A, Camarero JJ, Igual JM, de Andrés EG, Colangelo M, Valeriano C (2022) Intraspecific trait variation, growth, and altered soil conditions at tree species distribution limits: From the alpine treeline to the rear edge. *Agricultural and Forest Meteorology* 315: 108811.
- de los Ríos A, Garrido-Benavent I, Limon A, Cason ED, Cowan DA, Valverde A (2022) Novel lichen-dominated hypolithic communities in the Namib Desert. *Microbial Ecology* 83: 1036- 1048.
- Moreno G, Hernández-Esteban A, Rolo V, Igual JM (2021) The enduring effects of sowing legume-rich mixtures on the soil microbial community and soil carbon in semi-arid wood pastures. *Plant and Soil* 465 (1-2), 563-582.

- Martínez-Hidalgo P, Flores-Félix JD, Sánchez-Juanes F, Rivas R, Mateos PF, Santa Regina I, Peix Á, Martínez-Molina E, Igual JM, Velázquez E (2021). Identification of Canola Roots Endophytic Bacteria and Analysis of Their Potential as Biofertilizers for Canola Crops with Special Emphasis on Sporulating Bacteria. *Agronomy* 11:1796.
- Camarero JJ, Colangelo M, Gazol A, Pizarro M, Valeriano C, Igual JM (2021) Effects of windthrows on forest cover, tree growth and soil characteristics in drought-prone pine plantations. *Forests* 12: 817.
- Le Roux JJ, Crous PW, Kamutando CN, Richardson DM, Strasberg D, Wingfield MJ, Wright MG, Valverde A (2021) A core of rhizosphere bacterial taxa associates with two of the world's most isolated plant congeners. *Plant Soil*. 468: 277-294.
- Serra-Maluquer X, Gazol A, Igual JM, Camarero JJ (2021) Silver fir growth responses to drought depend on interactions between tree characteristics, soil and neighbourhood features. *Forest Ecology and Management* 480: 118625.
- Jiménez, JJ, Igual JM, Villar L, Benito-Alonso JL, Abadias-Ullod, J (2019) Hierarchical drivers of soil microbial community structure variability in “Monte Perdido” Massif (Central Pyrenees). *Scientific Reports* 9: 8768.
- Kamutando CN, Vikram S, Kamgan-Nkuekam G, Makhalanyane TP, Greve M, Le Roux JJ, Richardson DM, Cowan DA, Valverde A. (2019) The functional potential of the rhizospheric microbiome of an invasive tree species, *Acacia dealbata*. *Microbial Ecology* 77: 191-200.
- Gazol A, Camarero JJ, Jiménez JJ, Moret-Fernández D, López MV, Sangüesa-Barreda G & Igual JM (2018). Beneath the canopy: Linking drought-induced forest die off and changes in soil properties. *Forest Ecology and Management* 422: 294-302.
- Zimudzi J, van der Waals JE, Coutinho TA, Cowan DA, Valverde A. (2018) Temporal shifts of fungal communities in the rhizosphere and on tubers in potato fields. *Fungal Biology* 122: 928-934.
- Oberholster T, Vikram S, Cowan DA, Valverde A. (2018) Key microbial taxa in the rhizosphere of sorghum and sunflower grown in crop rotation. *Science of Total Environment* 624: 530- 539.

Proyectos de investigación (5 últimos años)

- ⇒ *Evaluación de la combinación de biocarbón y leguminosas para la adaptación y mitigación del cambio climático en la dehesa: el papel de los microorganismos del suelo.* Agencia Estatal de Investigación, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. 200.00 €. IPs: J. M. Igual & A. Valverde. 2024-2028.
- ⇒ *A network perspective for ecosystem responses to plant invasion.* 337.600 €. Australian Research Council. Investigador: Angel Valverde (IP: Jaco Le Roux, Macquarie University, Australia). 2024-2028.

- ⇒ *Efecto de la restauración de núcleos rurales abandonados sobre los Servicios Ecosistémicos: hacia una transición ecológica sostenible del medio rural* (RENURSE). Ministerio de Ciencia e Innovación. Proyectos de transición ecológica y transición digital 2021. 100.050 €. Investigadores: J. M. Igual & A. Valverde (IPs: Juan José Jiménez Jaén and Sara Palacio Blasco, IPE-CSIC, Spain). 2022-2024.
- ⇒ *Linking crop diversification to microbial energy allocation and organic carbon storage in soils* (ENERGYLINK). European Union. EJP Soil program. 147.653 €. Investigadores: A. Valverde & J. M. Igual (Coordinador: Anke Herrmann, Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden). 2021- 2024.
- ⇒ *Sanidad vegetal sostenible mediante RNAi medioambiental para reducir el impacto de las enfermedades en la agricultura y los bosques* (SUPERA). Ministerio de Ciencia e Innovación. Proyectos líneas estratégicas colaboración. 91.837€. Investigadores: J. M. Igual & A. Valverde (IP: Julio Javier Diez Casero, Universidad de Valladolid). 2021-2024.
- ⇒ *Nuevas tendencias en el manejo adaptativo de la dehesa: Evaluación de cambios en la estructura y función de las comunidades microbianas del suelo*. Agencia Estatal de Investigación, Ministerio de Ciencia e Innovación. 117.370€. IPs: J. M. Igual & A. Valverde. 2020-2023.
- ⇒ *Innovative use of mycological resources for resilient & productive Mediterranean forests threatened by climate change* (LIFE MycoRestore). European Union LIFE18. 285.754 €. Co-investigador: J. M. Igual (IP: A. Peix; IRNASA-CSIC). 2019-2023.
- ⇒ *Vulnerabilidad y resiliencia de los bosques maduros frente al cambio climático: implicaciones para la gestión forestal en los Parques Nacionales*. Ministerio para la Transición Ecológica. 60.053 €. Investigador: J. M. Igual. (IP: J. J. Camarero; IPE-CSIC). 2019-2023.
- ⇒ *Análisis de la implementación y evolución de la encina (Quercus rotundifolia Lam) micorrizada con trufa negra (Tuber melanosporum Vitt.)*. Diputación de Salamanca. 90.000 €. Investigador: J. M. Igual. 2014-2023.
- ⇒ *Defining functional microbiomes of two major crops in South Africa for improved productivity*. Foundational Biodiversity Information Programme (FBIP-NRF). 285.714€. Investigador: A. Valverde (IP: Karin Jacobs, Stellenbosch University, South Africa). 2019-2021.
- ⇒ *African soil microorganisms as a critical resource for agriculture and biotechnology*. 290.378€. USAID (United States Agency for International Development) grant. Investigador: A. Valverde (IP: Don Cowan, University of Pretoria, South Africa). 2018-2021.
- ⇒ *Revitalizing multifunctional Mediterranean agrosilvopastoral systems using dynamic and profitable operational practices* (LIFE Regenerate). European Union LIFE16 344.857 €. Investigador: J. M. Igual (IP: I. Santa Regina; IRNASA-CSIC). 2017-2021.

⇒ *Improving crop productivity using metagenomics*. Technology Innovation Agency (South Africa). 714.815€. IP: A. Valverde. 2018-2020.