

DIBUJANDO LA CIENCIA



EDITA

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla IRNAS-CSIC
Av. de la Reina Mercedes, 10
41012 Sevilla - ESPAÑA
www.irnas.csic.es

© Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla IRNAS-CSIC
© De las ilustraciones: sus autores

COORDINACIÓN

Patricia Siljestrom Ribed

COLABORA

Delegación del CSIC en Andalucía y Extremadura
Fundación Española Para la Ciencia y la Tecnología-FECYT

AUTORES DEL PROYECTO

Rafael Llácer Pantión (ETSIE)
José María Lerdo de Tejada Pérez (ETSA)
Luz Vega Zabala (AMAYA-Junta de Andalucía)
Adela Moreno López (IRNAS-CSIC)
Juan Santiago Cara García (IRNAS-CSIC)
Juan Miguel González Grau (IRNAS-CSIC)
Alicia Prieto Sánchez (IRNAS-CSIC)
Patricia Siljestrom Ribed (IRNAS-CSIC)

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

Jose Antonio Sencianes Ortega-CSIC

Este es un libro de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Más información sobre esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Las noticias, los asertos y las opiniones contenidos en esta obra son de la exclusiva responsabilidad del autor o autores. El editor, por su parte, solo se hace responsable del interés científico de sus publicaciones.

NIPO: 833-23-041-1

E-NIPO: 833-23-042-7

DL: M-14512-2023

Edición no venal

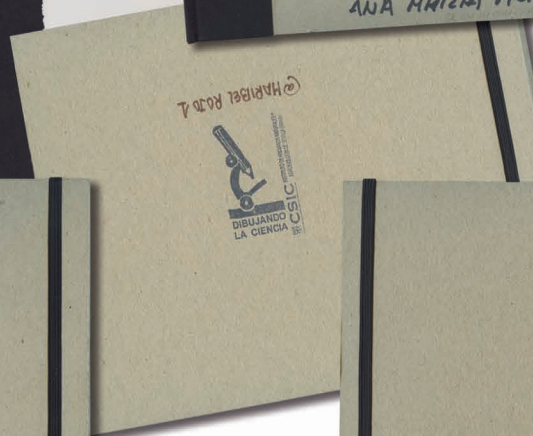
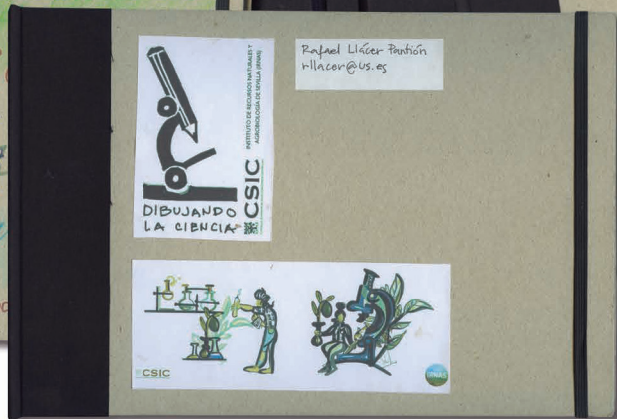
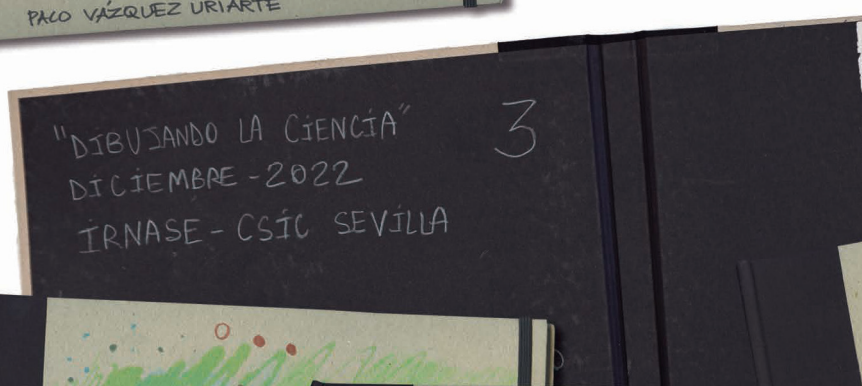
Impreso en España / *Printed in Spain*

En esta edición se ha utilizado papel ecológico sometido a un proceso de blanqueado ECF, cuya fibra procede de bosques gestionados de forma sostenible.



DIBUJANDO LA CIENCIA







ÍNDICE

7	AGRADECIMIENTOS
9	EL IRNAS
10	El edificio. Servicios Generales
17	BIOTECNOLOGÍA VEGETAL
18	Grupo SEMBIO: Biotecnología de Semillas
22	Grupo BIOVALOR: Biomasa vegetal–Aprovechamiento y Valorización
24	Grupo RIH: Regulación Iónica e Hídrica en Plantas
28	AGRICULTURA SOSTENIBLE
29	Grupo REC: Riego y Ecofisiología de Cultivos
33	Grupo SoilPlant: Uso Sostenible del Sistema Suelo-Planta
37	SUELOS Y ECOLOGÍA VEGETAL Y FORESTAL
38	Grupo SIFOMed: Sistemas Forestales Mediterráneos
44	Grupo MOSS: Materia Orgánica en Suelos y Sedimentos
48	Grupo BioFunLab: Laboratorio de Biodiversidad y Funcionamiento Ecosistémico
50	AGROQUÍMICA Y CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS
51	Grupo AGROCHEM: Agroquímica Ambiental
54	Grupo CONSOWAT: Control de la contaminación en suelos y aguas
59	Grupo BioRem: Biorremediación y Biodisponibilidad
62	ECOLOGÍA Y DIVERSIDAD MICROBIANA
63	Grupo DIVEX: Diversidad Microbiana y Microorganismos de Ambientes Extremos
67	Grupo MAPC: Microbiología Ambiental y Patrimonio Cultural
69	Grupo BIOGEOCOM: Geomicrobiología y Biogeoquímica
74	SERVICIO DE ANÁLISIS
79	SERVICIO DE INVERNADEROS
85	FINCA EXPERIMENTAL LA HAMPA
95	LISTADO DE DIBUJANTES

Se trabaja con tipos de cañamo con fines
medicinales, clonando individuos con características particulares.

Se mantiene plantales
de individuos seleccionados para
aplicación industrial -o-

I+D

Cultivos "en vitro" → Cañamo → Selección de individuos,
clonación
↓
Cultivo
↳ farmacéuticos

Mediterránea

AGRADECIMIENTOS



En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento a la FECYT ya que, gracias a la concesión del proyecto “Dibujando la Ciencia” (FCT-21-16630), hemos podido realizar una aproximación a las líneas de investigación del Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología desde el arte, a través de los dibujos de los participantes, acercando así la ciencia a toda la sociedad.

En segundo lugar, quiero agradecer la participación en el proyecto de los Drs. Rafael Llácer (ETSIE) y José María Lerdo de Tejada (ETSA), a Luz Vega Zabala (AMAYA-Junta de Andalucía), José Antonio Sencianes Ortega (Delegación CSIC Andalucía), y a mis compañeros de la Unidad de Cultura Científica Adela Moreno, Juan Miguel Gonzalez Grau y Juan Cara, por su aportación de ideas y colaboración en la organización del proyecto. También quiero agradecer a todos los dibujantes que han participado (listados al final del libro), miembros de Urban Sketchers Sevilla, aficionados o profesionales, por su entusiasmo a la hora de dibujar las diferentes líneas de investigación y su generosidad a la hora de cedernos sus imágenes. Sin la participación de todos ellos no habría sido posible la consecución de este proyecto.

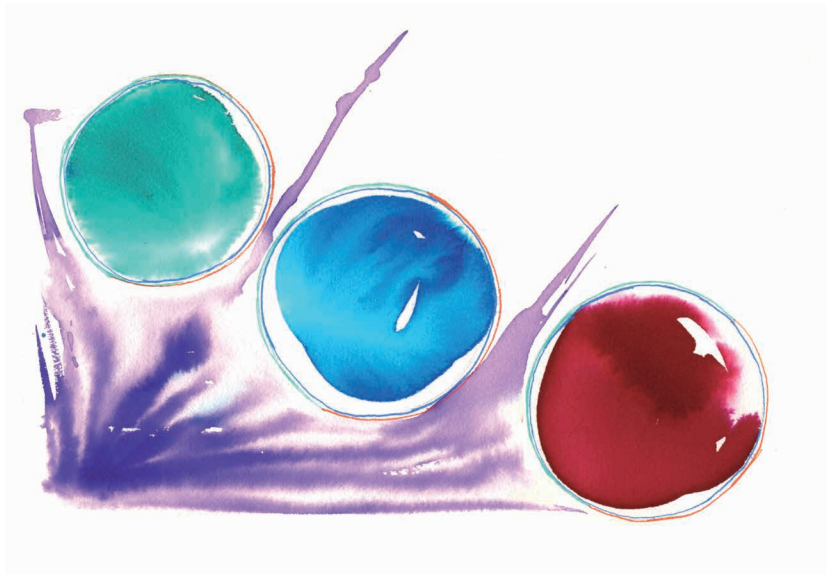
Le agradezco a nuestro director su apoyo en el proyecto y consejos a la hora de resumir de forma divulgativa las investigaciones que se realizan en el centro. Asimismo, agradezco toda la ayuda recibida por el equipo de dirección y gerencia para facilitar la entrada a laboratorios e invernaderos, y a todo el personal del IRNAS, que tan amablemente se han prestado a comentar y explicar innumerables veces sus experimentos y trabajos de investigación.

El objetivo general del proyecto es dar a conocer la Ciencia y la actividad investigadora del Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS), a través de la frescura de las ilustraciones de dibujantes aficionados y Urban Sketcher, que aportan un carácter informal y divertido pero riguroso, mediante el poder del ideograma: una imagen vale más que mil palabras. Este proyecto fomenta la sinergia que existe entre la ciencia y el arte, para darle a la investigación que se realiza en el IRNAS una dimensión estética y simplificadora que favorece la divulgación. Se pretende así incrementar la cultura científica, tecnológica e innovadora de la sociedad y facilitar su acceso a los resultados científicos.

A todos los dibujantes que han participado se les ha invitado a visitar los laboratorios e invernaderos del Instituto y la finca experimental, donde todas y todos los implicados, les han explicado sus proyectos, resultados y aplicaciones. Con esta información y sus observaciones, han realizado los dibujos que se muestran a continuación y que reflejan aspectos de la investigación realizada en el IRNAS. Este libro es el resultado final del proyecto, tanto en versión física como digital, y en él se recogen los dibujos realizados a lo largo de tres meses (octubre-diciembre 2022). Más información del proyecto en www.iras.csic.es.

La participación multidisciplinar en este proyecto ha sido vital para obtener diferentes puntos de vista, ya que los dibujantes provienen de muy diversos campos (ingeniería en edificación, arquitectura, bellas artes, magisterio, dibujo publicitario, biología, medicina, informática, etc.), y cada uno aporta su visión de los trabajos de investigación, enriqueciendo así el resultado.

Esperamos que esta iniciativa sirva para impulsar la interrelación arte-ciencia, contribuyendo a una sociedad más informada y receptiva al conocimiento científico.



EL IRNAS-CSIC

Instituto de
Recursos Naturales
y Agrobiología
de Sevilla

EL IRNAS

EL EDIFICIO

Servicios Generales

El Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS) es un centro de investigación de la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), adscrita al Ministerio de Ciencia e Innovación.

El instituto fue fundado en 1953, recibiendo el nombre de Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto (CEBAC), estando situado en el Cortijo de Cuarto, Bellavista (Sevilla). En 1987 pasó a denominarse Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS), coincidiendo con la inauguración de su nueva sede en la Avenida de la Reina Mercedes, n.º 10. En la actualidad trabajamos en el IRNAS unas ciento cincuenta personas.

Nuestro objetivo es generar conocimiento sobre el sistema suelo-agua-planta mediante el desarrollo de avances científicos y tecnológicos que permitan obtener no solo contribuciones científicas de calidad, sino también dar una respuesta a los retos sociales relacionados con el rendimiento de explotaciones agrarias, la mejora de sistemas forestales, el mantenimiento del medio, la seguridad alimentaria, un beneficio justo para el productor y la mejora de la biodiversidad y el paisaje. Se pretende, en suma, mejorar la explotación sostenible del medio, asegurando la rentabilidad de los sistemas productivos a la par que se garantiza la preservación y sostenibilidad de los recursos naturales.

Para conseguir estos objetivos, en el IRNAS se realiza una investigación científica y tecnológica en el marco de proyectos de investigación regionales, nacionales, e internacionales. Los resultados se transfieren a instituciones públicas y privadas, impulsando así la creación de empresas de base tecnológica y el apoyo a empresas e instituciones. La participación en proyectos con otras entidades públicas implica la colaboración con universidades y centros IFAPA en actividades de



VISITA A UN INSTITUTO

PRÁCTICAS EN CENTROS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA



investigación científica y en la enseñanza de postgrado, contribuyendo así a la formación de investigadores.

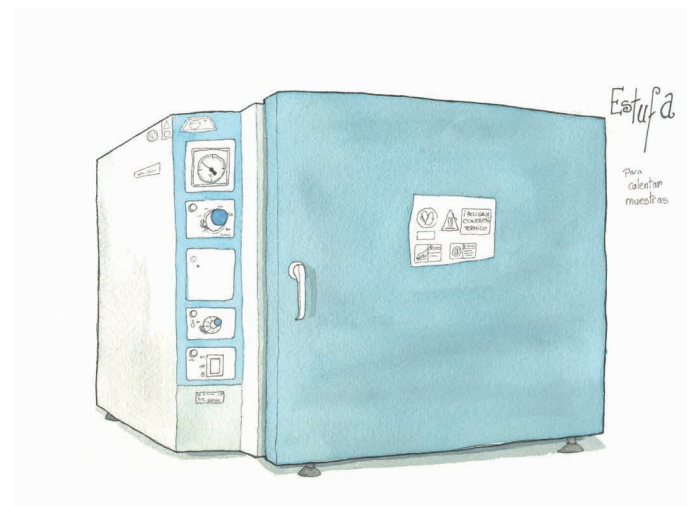
Los resultados obtenidos se divulgan a través de nuestra Unidad de Cultura Científica, que pretende el acercamiento de nuestra investigación a la sociedad.

Paralelamente, se proporcionan servicios científico-técnicos a administraciones, empresas e instituciones públicas y privadas con lo que contribuimos a su mejora científica y tecnológica.

En los principios de nuestra cultura organizativa priman la transparencia y eficacia en el uso de los recursos captados, tanto públicos como privados; la eficiencia, seguridad y bienestar de nuestro personal; el respeto a las normas administrativas que condicionan nuestra actividad; el rigor científico y los principios de ética académica; la divulgación, transferencia y, en general, la utilidad del conocimiento que generemos para la sociedad; el desarrollo de nuestro trabajo de forma efectiva, democrática y basada en principios éticos en las relaciones laborales de nuestro personal y la equidad en su tratamiento, independientemente de su formación, sexo, creencias o cualquier otra condición personal, social o cultural.

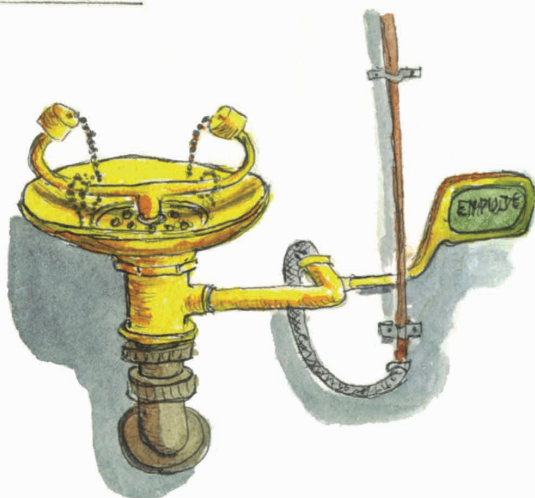
Los equipos de dirección y gerencia lo integran José Enrique Fernández Luque, director; José Manuel Colmenero Flores, vicedirector especializado en relaciones con empresas; Ana Zelia Miller, vicedirectora especializada en proyectos europeos; y M.^a Ángeles Álvarez, gerente.

El personal investigador y técnico está organizado en cuatro departamentos y 14 grupos de investigación, que desarrollan un total de 35 líneas de investigación. Los servicios generales los componen la gerencia y administración, biblioteca y los servicios de informática y mantenimiento.





LAVA OJOS DE
EMERGENCIAS

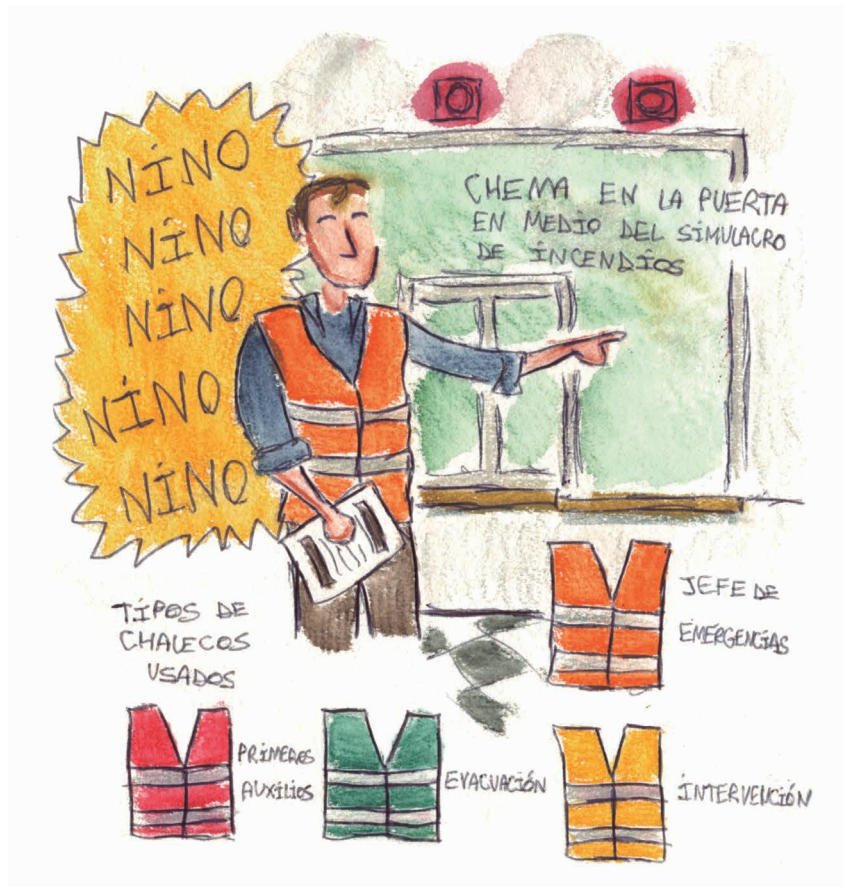


JUANDO ES EL CONSERJE,
APUNTA MI NOMBRE CUANDO
ENTRO Y CUANDO ME VOY, APUNTA
LA HORA.

Administración
Responsable Gerencia -

En el dibujo
Eva





En cuanto a los servicios científico-técnicos al exterior, contamos con los siguientes:

- Servicio de análisis
- Biodegradabilidad y eco toxicidad de contaminantes en suelos, lodos y aguas
- Detección y función de microorganismos y sus moléculas
- Ecofisiología vegetal
- Espectroscopía de resonancia magnética nuclear en el estado sólido (400 MHz para la caracterización de materia orgánica
- Estación Experimental La Hampa
- Invernadero y cámaras de cultivo
- LIE-IRNAS: Laboratorio de isótopos estables
- Microbiología del Patrimonio Cultural
- SCL: Cromatografía líquida
- Servicio de análisis térmicos
- Unidad de biotecnología de cultivos vegetales







BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

Grupo SEMBIO

Biotechnología de semillas

Prof. Juan Jordano Fraga /  juan.jordano@csic.es



Trabajamos en Biología Molecular de plantas, estudiando cómo se controla la expresión de determinados genes en las semillas. Para ello, usamos “herramientas moleculares” que permiten aislar el gen que se quiere estudiar. Este gen se introduce en bacterias, levaduras o plantas (plantas transgénicas) y así sabemos cómo se expresa, dónde se expresa y las consecuencias de su expresión. Así, por ejemplo, hemos estudiado el gen regulador HSFA9, que solo se expresa en semillas.

Algunos animales y plantas, y la mayoría de las semillas sobreviven a deshidrataciones extremas (la desecación) en un estado de casi imperceptible actividad metabólica. Tratamos de comprender cómo se regula el programa de expresión genética controlado por HSFA9, que nuestras investigaciones han asociado tanto con la tolerancia a la desecación, como con la longevidad de las semillas, y con la protección de cloroplastos y el desarrollo del aparato fotosintético.

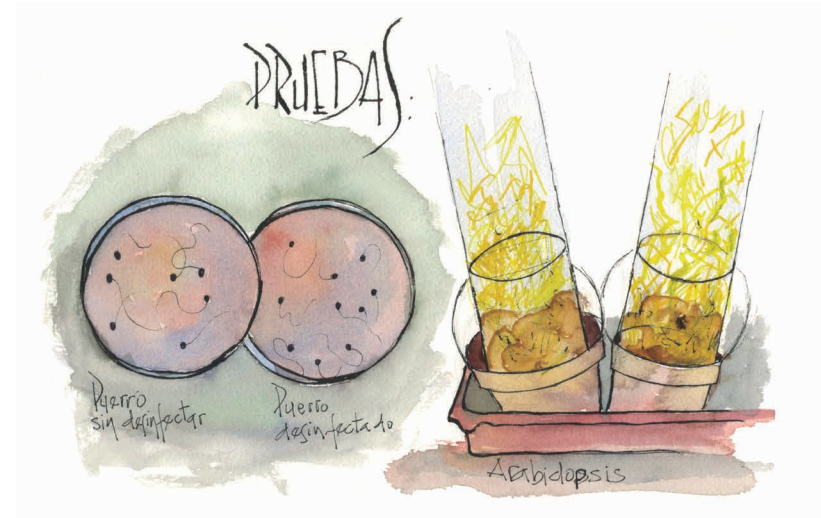
Usando HSFA9 hemos aumentado la longevidad de las semillas en plantas transgénicas de tabaco (*Nicotiana tabacum*, L), usada como modelo en nuestros estudios.

La activación constitutiva (fuera de semillas) del programa genético controlado por HSFA9 confiere tolerancia vegetativa a deshidrataciones y a tratamientos muy drásticos de estrés oxidativo. Esto protege especialmente a las hojas y el aparato fotosintético (tanto los fotosistemas PSI y PSII, como las membranas fotosintéticas). Adicionalmente, hemos demostrado que HSFA9, actuando sobre los receptores de luz roja (PHYB), luz roja lejana (PHYA), luz azul (CRY1) y luz ultra-violeta (UVR8), potencia la biogénesis

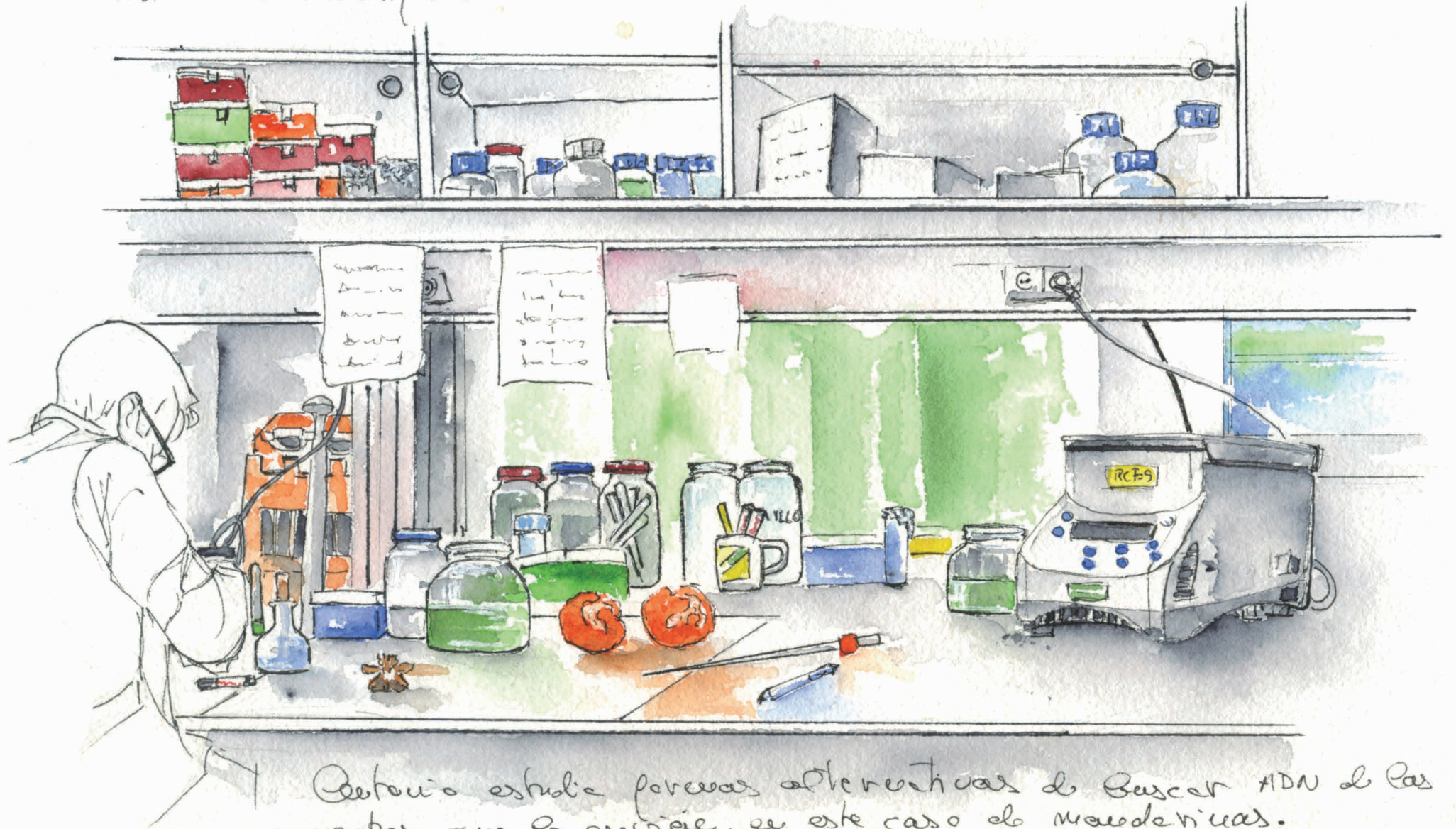


de los cloroplastos tras la germinación de las semillas, y durante las fases tempranas del establecimiento de las germínulas. HSF A9 podría usarse para obtener semillas y plantas más resistentes a la sequía, y para la mejora simultánea de su tolerancia a la luz ultravioleta y al calor en esta fase crucial del desarrollo de las plantas. De esta forma, esperamos contribuir a la mejora de cosechas que resistan el aumento de la radiación UV-B, junto con el incremento de la temperatura media y la ocurrencia de episodios frecuentes de sequía severa; es decir, para producir cosechas mejor adaptadas a las alteraciones ambientales esperadas como consecuencia del cambio climático global.

Nuestra línea actual es el desarrollo nuevas “herramientas epigenéticas”, es decir, las que permiten inducir cambios que activen o inactiven genes sin modificar la secuencia del ADN, para la mejora avanzada de cosechas, según las recomendaciones de la Plant Science Decadal Vision 2020-2030.



Unidad de identificación vegetal (UBCV)



Debemos estudiar porveras alternativas de buscar ADN de las muestras que lo envíe, en este caso de mandarinas.

BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

Grupo **BIOVALOR** Aprovechamiento y Valorización de Biomasa Vegetal

Prof. José C. del Río /  delrio@irnase.csic.es

Nuestra actividad investigadora se centra en el estudio de la composición química y valorización de la biomasa vegetal, la principal fuente de materiales renovables en la Tierra, para conseguir un aprovechamiento industrial más completo y sostenible de la misma, en el contexto de las biorrefinerías de lignocelulosa.



Por otro lado, aprovechamos el gran potencial de la biotecnología, especialmente de las enzimas, para la obtención de productos de alto valor añadido a partir de los componentes de la biomasa vegetal bajo aspectos de sostenibilidad y respeto al medio ambiente.

Líneas de investigación:

1. Trabajamos en la caracterización química de la biomasa vegetal, enfocada a un aprovechamiento industrial sostenible de la misma (producción de celulosa, bioetanol de segunda generación y otros productos de interés industrial)
2. Identificamos los problemas que limitan el aprovechamiento industrial de la biomasa vegetal. Prestamos especial atención al estudio de la lignina y los lípidos, cuya eliminación constituye un paso clave para sus diferentes aprovechamientos industriales. Con este objetivo común, colaboramos con las principales empresas nacionales e internacionales del sector de la producción de celulosa.



3. Desarrollamos métodos biotecnológicos basados en el uso de enzimas (principalmente oxidorreductasas) para la modificación de los componentes de la biomasa vegetal (lignina, polisacáridos, lípidos) orientada a su valorización. Para ello, colaboramos con empresas líderes del sector biotecnológico (p.e. Novozymes)



BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

Grupo RIH

Regulación Iónica e
Hídrica en Plantas

Dr. José Manuel Colmenero /  chemacf@irnase.csic.es

En este grupo de investigación desarrollamos dos líneas de investigación principales:

En la primera, estudiamos la nutrición de cloruro (Cl^-) y su función en las plantas superiores. El Cl^- es el electrolito más abundante en los animales, pero tradicionalmente se ha considerado dañino para las plantas y los cultivos por su toxicidad en condiciones de salinidad y por perjudicar la nutrición de nitrato (NO_3^-). En cambio, nuestros resultados muestran que el Cl^- no solo no afecta negativamente al transporte de NO_3^- en las plantas, sino que mejora su asimilación y reduce su contenido foliar. Estos y otros resultados nos han permitido clasificar al Cl^- como un macronutriente beneficioso, debido a su papel en el desarrollo vegetal y por mejorar la eficiencia del uso del agua, del nitrógeno y del CO_2 , pilares básicos de la nutrición vegetal. Por tanto, el control homeostático del Cl^- está meticulosamente regulado por las plantas mediante factores ambientales y de desarrollo, coordinándose con el transporte y acumulación de NO_3^- . Esta-

mos identificando y caracterizando los mecanismos moleculares que regulan estos procesos, incluidos los transportadores aniónicos de las familias CCC, SLAC/SLAH, NPF y NRT2, involucrados en la homeostasis de Cl^- . Este nuevo conocimiento plantea aplicaciones relevantes a la agricultura, como:

- 1) La posibilidad de reducir la cantidad de nitrato aportado a los cultivos mediante el empleo de fertilizantes, reduciendo su contenido en suelos y acuíferos, y aliviando la contaminación derivada de la eutrofización de las aguas (como es el caso del Mar Menor en Murcia).
- 2) La reducción del contenido de nitrato en vegetales, cuyo consumo excesivo produce metahemoglobinemia en niños (especialmente si son lactantes) y cáncer en adultos.
- 3) La utilización de cultivos más sostenibles porque hacen un uso más eficiente del agua y del nitrógeno
- 4) La obtención de cultivos más resistentes a la sequía y a la salinidad.

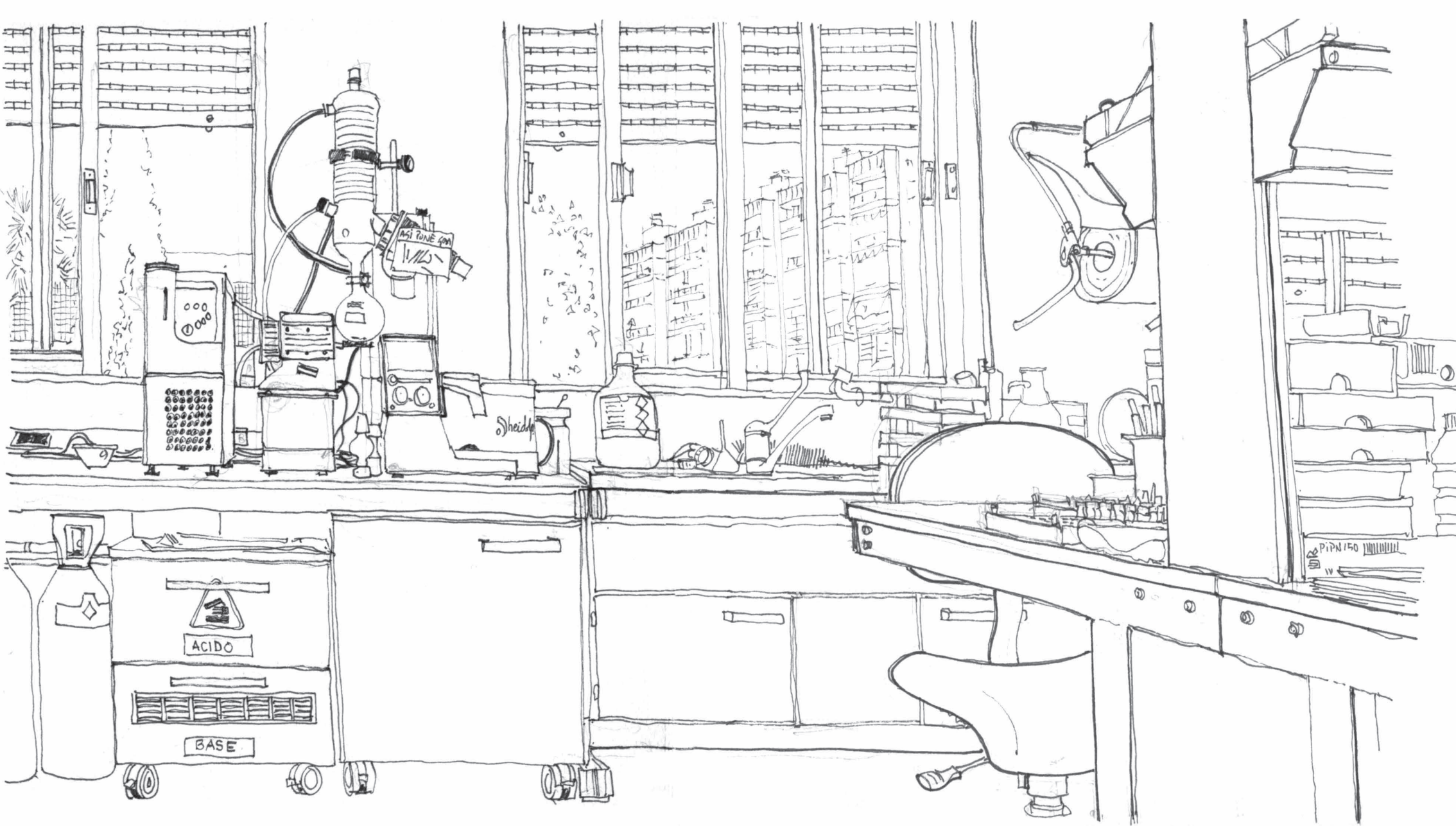
Pretendemos, por tanto, trasladar este conocimiento a la agricultura mediante aproximaciones biotecnológicas y culturales para mejorar la resistencia a la sequía y la salinidad, así como para reducir el uso de NO_3^- y su excesiva acumulación en los alimentos.

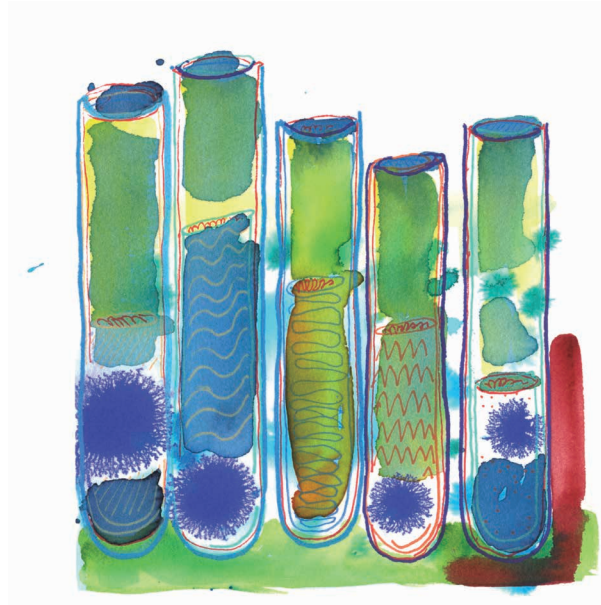


En una segunda línea de investigación, estudiamos la variabilidad genotípica y fenotípica de genotipos silvestres de olivo (Colección SILVOLIVE), su importancia para mejorar la resistencia y la productividad del cultivo, así como su interés para mitigar los efectos del cambio climático. La colección SILVOLIVE incluye 146 genotipos pertenecientes a las seis subespecies conocidas de *O. europaea*. Hemos identificado genotipos silvestres de olivo de vigor reducido y resistentes a verticilosis que pueden convertirse en portainjertos de gran utilidad para adaptar el cultivo de cultivares tradicionales productores de aceite y de aceituna de mesa a marcos de plantación intensivos y superintensivos. También hemos identificado genotipos silvestres de olivo menos afectados por la falta de agua. Estos genotipos nos permiten abordar la problemática del impacto del cambio climático sobre la productividad agrícola con dos enfoques relacionados: la respuesta al estrés hídrico y la mitigación del cambio climático a través de la mejora de la captura y retención natural del CO₂ en las plantas bajo condiciones de sequía. Proponemos una solución que permita aumentar la capacidad de absorción y almacenamiento de CO₂ atmosférico en regiones áridas y suelos degradados. Concretamente, nuestro primer objetivo es identificar los genotipos silvestres de olivo de la colección SILVOLIVE que, además de ser capaces de crecer en regiones áridas y prevenir la desertificación, produzcan una mayor cantidad de biomasa subterránea, con mayor capacidad de acumulación de polímeros estables en la raíz (suberina y lignina) para inmovilizar mayores cantidades de CO₂ durante más tiempo.

En ambas líneas de investigación colaboramos estrechamente con empresas de los sectores agroalimentario y viverista, a las cuales transferimos nuestros resultados.







AGRICULTURA SOSTENIBLE

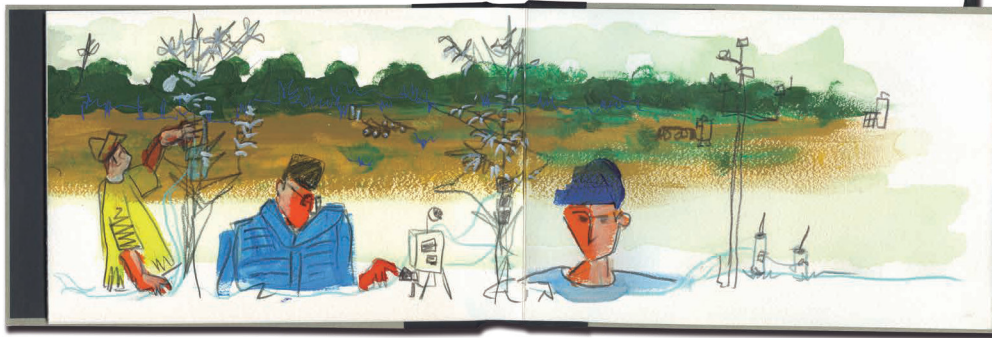
AGRICULTURA SOSTENIBLE

Grupo REC

Riego y Ecofisiología de Cultivos

Prof. José Enrique Fernández /  jefer@irnase.csic.es

En este grupo estudiamos la optimización del uso del agua en agricultura, sobre todo en lo que se refiere al riego. Nos centramos en la investigación de la respuesta del cultivo al estrés hídrico y aplicamos los resultados en modelos de simulación. Con dichos modelos y otras herramientas, desarrollamos y evaluamos estrategias de riego y métodos para la programación del riego.



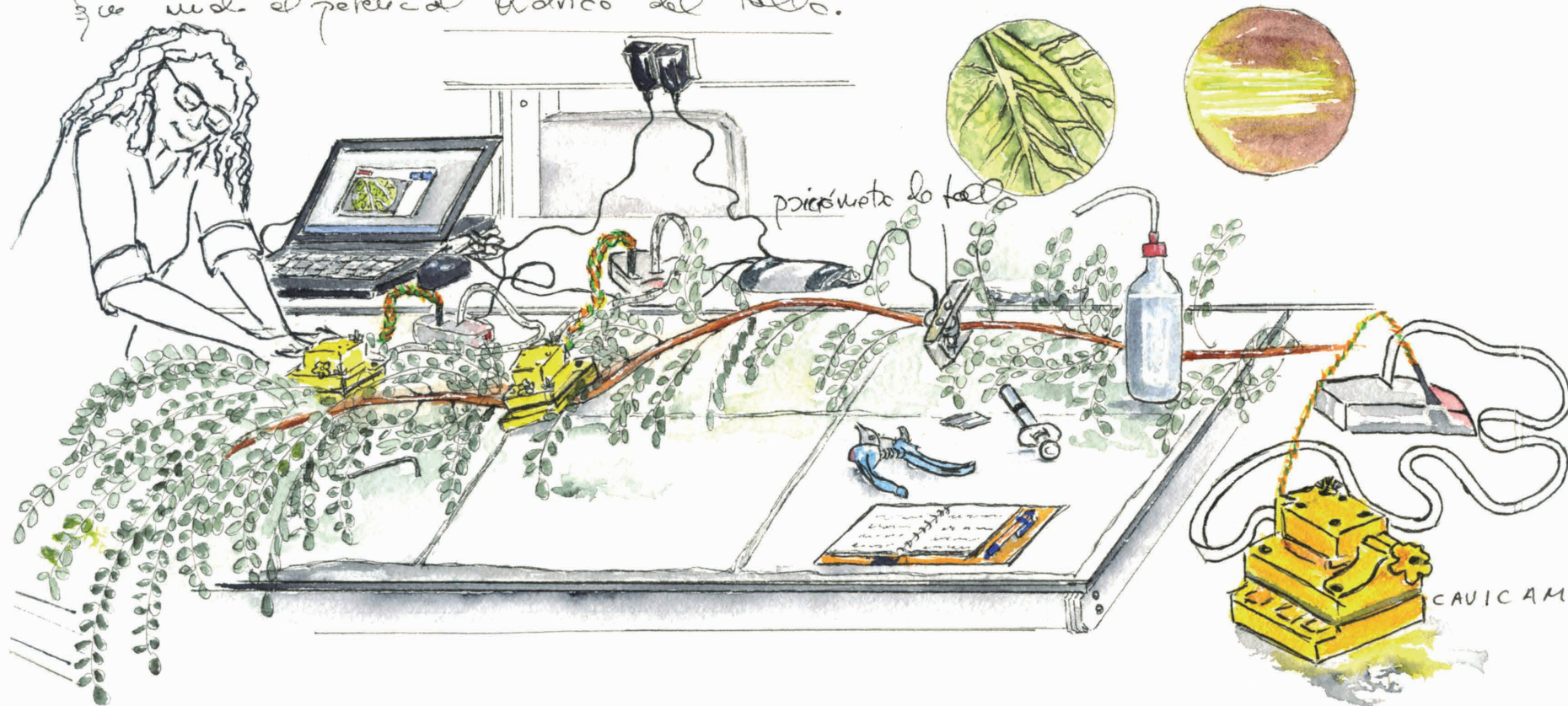
Por estrategia de riego se entiende la forma de regar, que va desde un riego frecuente y con agua suficiente para obtener una producción máxima, a estrategias de riego deficitario, con las que se aportan cantidades de agua inferiores más espaciadas en el tiempo, pero de manera que el rendimiento del cultivo se reduzca lo menos posible. Estudiamos también la programación del riego, es decir, con qué dosis hay que regar y en qué momento, para lograr el uso más efectivo posible del agua. Para ello usamos medidas de agua en suelo, de estrés hídrico en la planta y de demanda atmosférica, y desarrollamos métodos que se pueden aplicar en una variedad de cultivos y sistemas de manejo, desde tradicionales a superintensivos.

Trabajamos con los principales cultivos andaluces, tanto herbáceos como leñosos, aunque con especial dedicación a los frutales, sobre todo el olivar. Asimismo, trabajamos con todo tipo de sistemas de manejo de riego, desde la forma manual típica de fincas pequeñas y poco tecnificadas, al riego de precisión basado en el uso de sensores e imágenes aéreas, que informan de la variabilidad hídrica en la parcela. Usamos sensores y sistemas automáticos de almacenamiento y transmisión de datos, además de herramientas informáticas para su procesamiento. Nuestros trabajos están especialmente orientados al diseño de estrategias y sistemas de programación de riego para fincas sensorizadas y digitalizadas, es decir, en un entorno de Agricultura Digital o Agricultura 4.0, con el fin de promover lo que se conoce como Agricultura Intensiva Sostenible. Con este tipo de agricultura pretendemos asegurar la producción de alimentos a la par que se reduce el impacto ambiental del riego y se mejora la biodiversidad y el paisaje, sin olvidar una rentabilidad justa para el agricultor y la mejora de las condiciones socioeconómicas de la comunidad rural.

GRUPO RIEGO 4
ECOFISIOLOGÍA
DE CULTIVO.



Se han hecho medidas de la vulnerabilidad a la cavitación por el método óptico mediante cámaras (CAVICAM) y psicrómetro de tallo que mide el potencial hídrico del tallo.



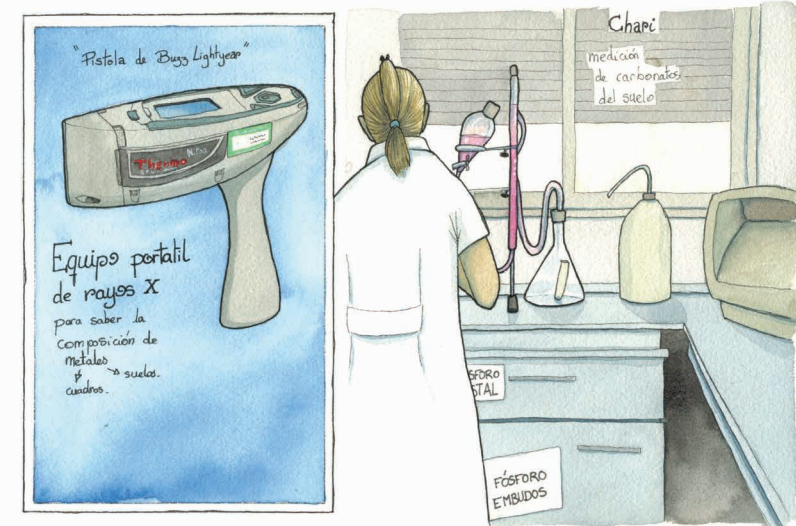
Líneas de Investigación:

1. Ecofisiología del cultivo y modelos mecanísticos de respuesta al estrés hídrico: estudiamos los procesos fisiológicos que regulan la respuesta de las especies cultivadas a las condiciones medioambientales y de manejo. Esto nos permite elaborar modelos de absorción de agua del suelo por las plantas, de transpiración y de fotosíntesis. Estos modelos los adaptamos para usarlos como herramientas que nos ayudan a comprender los mecanismos fisiológicos que regulan la respuesta de los cultivos al estrés hídrico. Gracias a estos resultados, podemos optimizar las estrategias de riego y otras prácticas de cultivo orientadas a un uso más racional del agua.

2. Desarrollo de estrategias de riego con las que optimizar la productividad del agua empleada por el cultivo: estudiamos todo tipo de estrategias de riego, desde las necesarias para reponer las pérdidas de agua por el cultivo a las de riego deficitario de distintos tipos. Prestamos especial atención al riego deficitario controlado, basado en la distinta respuesta del cultivo al estrés hídrico en función de su estado fenológico.

3. Identificación y desarrollo de indicadores de estrés hídrico para su aplicación en la programación del riego de plantaciones comerciales: trabajamos con indicadores tanto convencionales (potencial hídrico y conductancia estomática) como automáticos (flujo de savia, variación del diámetro del tronco, potencial de turgencia de la hoja), determinando los más aptos para un riego de precisión.

4. Digitalización del riego: desarrollamos indicadores y sistemas de interpretación y transmisión de la información para la gestión digital del riego. Estos estudios incluyen el desarrollo de indicadores para un seguimiento continuo y automático del estrés hídrico, así como la aplicación de algoritmos que interpretan la información recibida y generan instrucciones sencillas para la aplicación del riego, que le llegan al agricultor través de su teléfono móvil. Estos algoritmos incluyen nuevos sistemas para la toma de decisiones, herramientas de inteligencia artificial y otras técnicas relacionadas con la digitalización y procesado de la información.



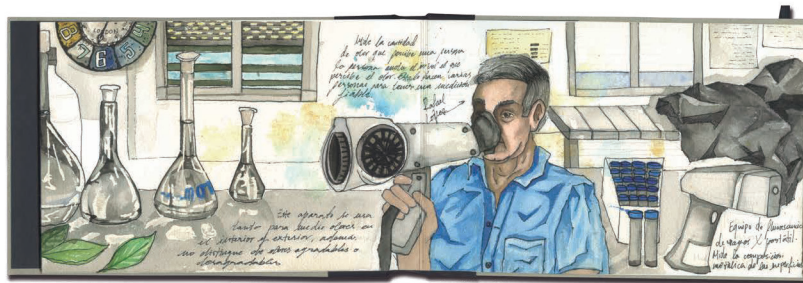
AGRICULTURA SOSTENIBLE

Grupo SoilPlant

Uso Sostenible del Sistema Suelo-Planta

Dr. Rafael López Núñez / rlnunez@irnase.csic.es

En este grupo estudiamos la optimización del uso del agua en agricultura, sobre todo en lo que se refiere al riego. Nos centramos en la investigación de la respuesta del cultivo al estrés hídrico y aplicamos los resultados en modelos de simulación. Con dichos modelos y otras herramientas, desarrollamos y evaluamos estrategias de riego y métodos para la programación del riego.



Líneas de investigación:

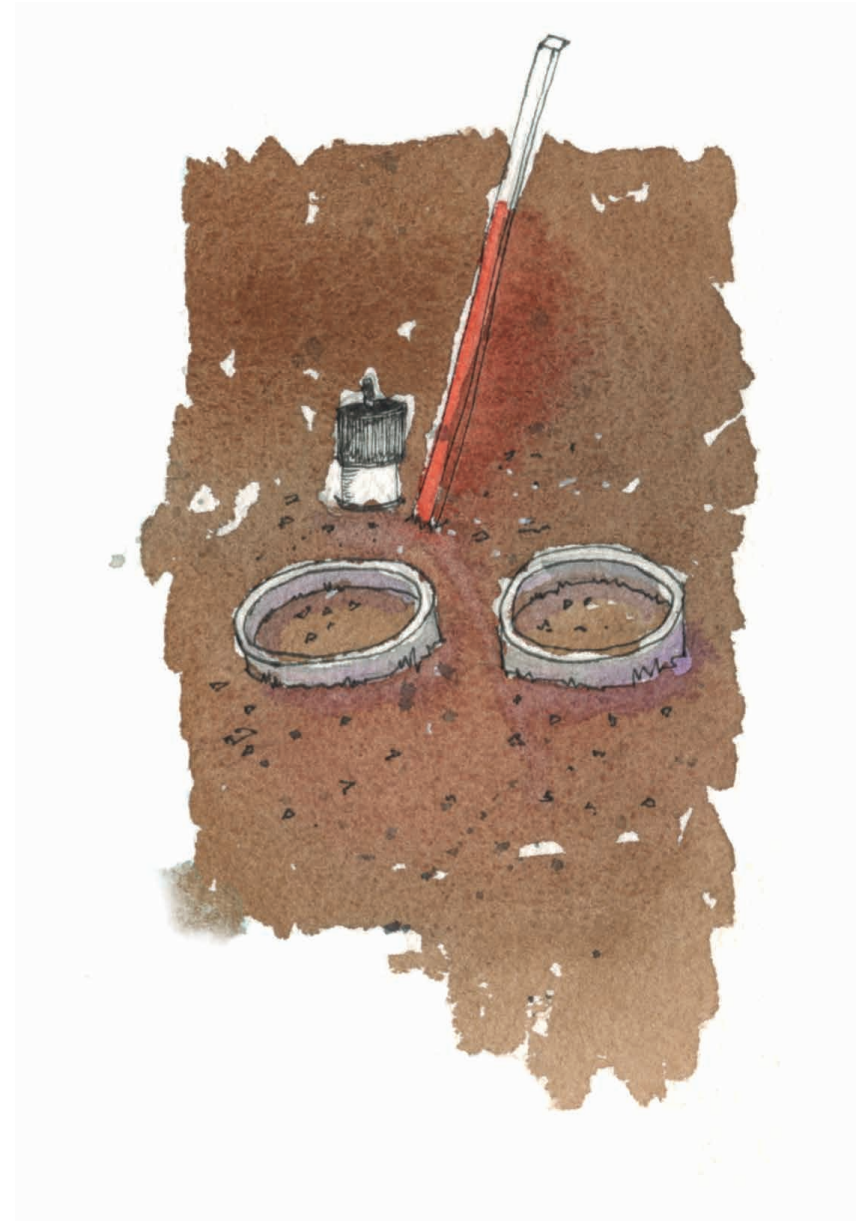
1. Recuperación y monitorización de suelos contaminados y degradados: analizamos las propiedades químicas y bioquímicas de los suelos, como indicadores de su recuperación, y proponemos técnicas de restauración y fitoestabilización. Realizamos estudios detallados sobre la recuperación de la zona del Guadiamar y otras zonas mineras contaminadas. Para ello, investigamos la dinámica de la materia orgánica (natural y exógena) y los ciclos de los nutrientes y de los elementos contaminantes del suelo. Determinamos los elementos tóxicos en seres vivos presentes en suelos recuperados, considerando estos valores como bioindicadores de la contaminación y de los riesgos que presentan en la cadena trófica. Hacemos un estudio de elementos contaminantes en baja concentración (elementos traza) en suelos degradados, sometidos a labores de recuperación para observar su evolución. Asimismo, estudiamos la diversidad funcional y estructural de la comunidad microbiana del suelo, ya que es un indicador de estabilidad y grado de estrés de los ecosistemas de suelos contaminados y degradados. Finalmente, evaluamos técnicas de restauración y fitoestabilización. Nos centramos en la investigación del potencial de las plantas autóctonas (tolerancia y capacidad de absorción / retención de metales pesados), realizando un seguimiento a largo plazo del ecosistema planta-suelo.

2. Estrategias de manejo agrícola-laboreo de conservación: estudiamos los métodos utilizados en la agricultura convencional, de conservación, ecológica y urbana, para establecer las mejores prácticas agrícolas en cada caso que garanticen el mantenimiento de la calidad del suelo, a la vez que contribuyan a un aumento del secuestro de carbono. Asimismo, valoramos las ventajas e inconvenientes de las diferentes estrategias de cultivo, centrándonos especialmente en la dinámica de nutrientes y contaminantes.

3. Optimización del compostaje y utilización del compost: estudiamos la aplicación del compostaje de residuos agroindustriales y urbanos y determinamos la

dinámica de movilización de nutrientes y contaminantes en su uso agrícola. Trabajamos en la optimización del proceso de compostaje para minimizar riesgos medioambientales y mejorar su valor añadido, estudiando su utilización agronómica (capacidad fertilizante frente a efecto contaminante) y otros usos tecnológicos de compost y residuos orgánicos. Concretamente, nos centramos en la evaluación de olores y emisiones gaseosas del compostaje, así como en el tratamiento y reutilización de residuos orgánicos para aumentar la productividad y calidad de los suelos degradados y contaminados. Hacemos una valoración del uso de estos suelos para el cultivo de árboles y arbustos de crecimiento rápido, de forma que se pueda obtener biomasa vegetal para ser aprovechada con fines energéticos.

4. Estudio de sistemas agroforestales: estudiamos la relación entre el subsistema aéreo y el subsistema subterráneo de una planta, centrándonos en el papel de las micorrizas, la comunidad microbiana y los patógenos del suelo. Evaluamos la capacidad de los sistemas agroforestales de regular el secuestro de carbono, protección y fertilidad del suelo. Asimismo, estudiamos la restauración por reforestación, centrándonos en los factores que limitan la regeneración de especies forestales, en especial los relacionados con las condiciones del suelo.



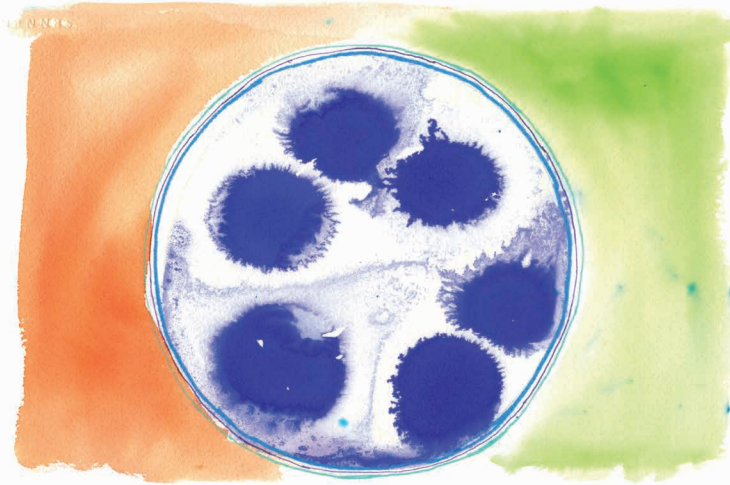




Antonio Montero estudia el estrés hídrico en las tomateras. Les colocan remotes de flujo de savia para ellos. También colocan dendrómetros en los cítricos para medir el crecimiento

© CSIC © del autor o autores / Todos los derechos reservados





SUELOS Y ECOLOGÍA VEGETAL Y FORESTAL

SUELOS Y ECOLOGÍA VEGETAL Y FORESTAL

Grupo SIFOMed

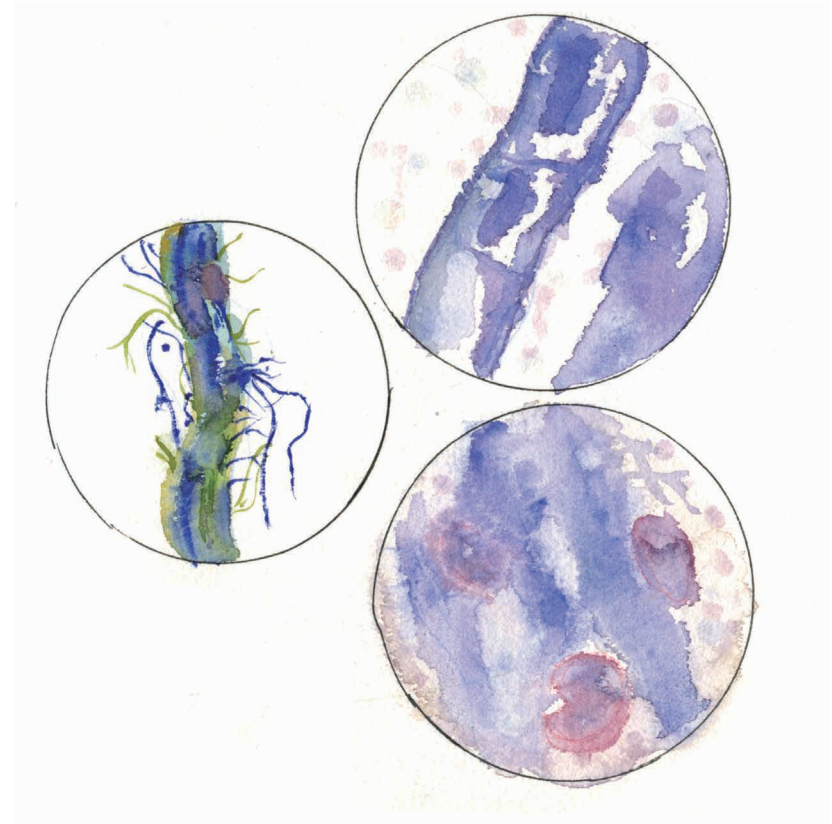
Sistemas Forestales Mediterráneos

Dra. Lorena Gómez-Aparicio /  lorenag@irnase.csic.es

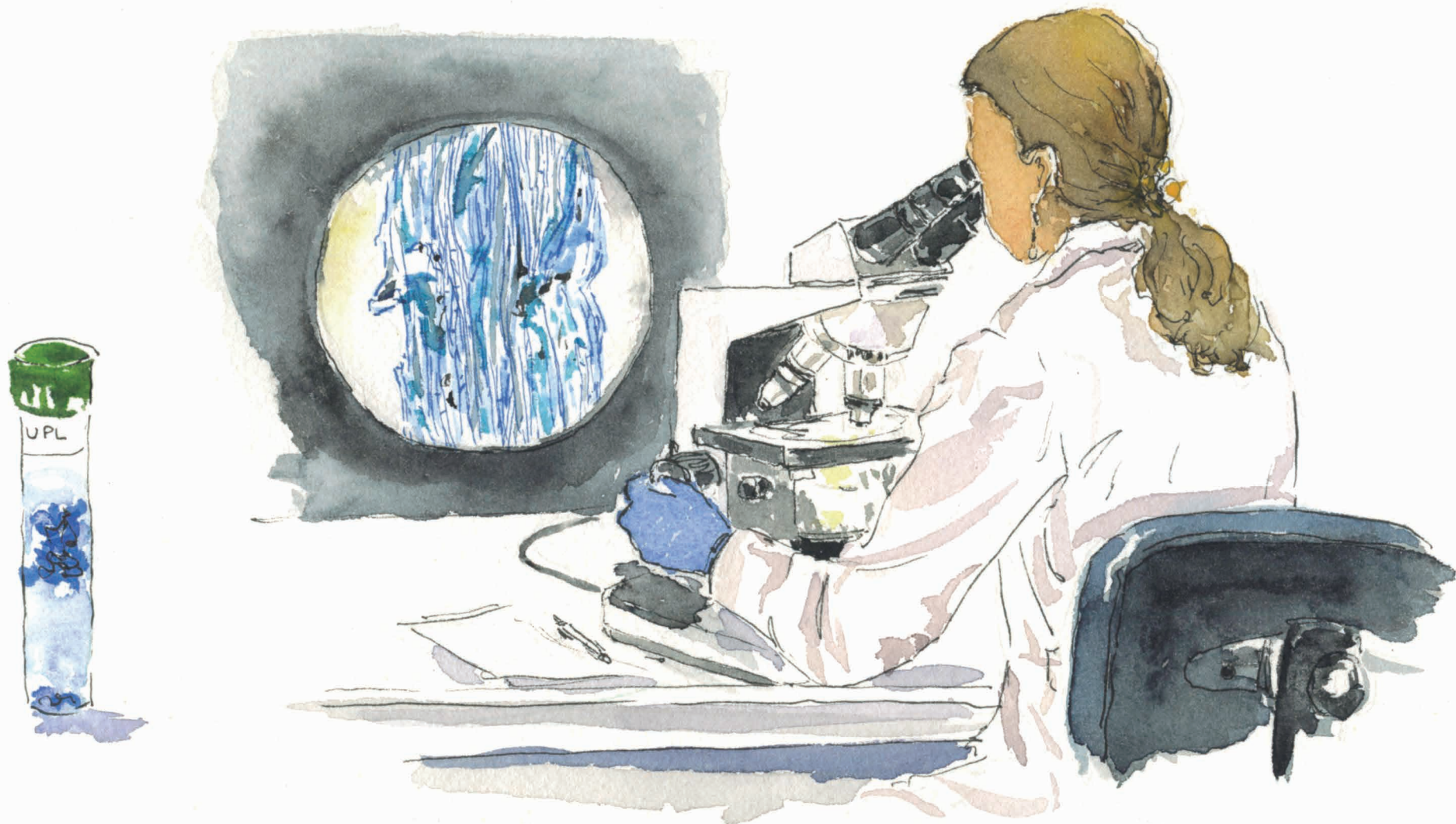
En este grupo hacemos investigación básica en las áreas de ecología vegetal y de ecosistemas, con una fuerte componente aplicada a la restauración y conservación de sistemas perturbados. Nuestro objetivo es el estudio de la dinámica y funcionamiento de los ecosistemas forestales mediterráneos, prestando especial atención a su respuesta frente al cambio global. Investigamos la respuesta de los ecosistemas forestales a factores que amenazan su sostenibilidad a largo plazo, principalmente cambio climático y especies invasoras.

Líneas de investigación:

1. Análisis experimental del impacto del cambio climático (reducción de precipitaciones y calentamiento) sobre la diversidad vegetal y edáfica y su repercusión en el funcionamiento de los ecosistemas: entre nuestros principales objetivos está evaluar cómo las nuevas condiciones climáticas pronosticadas por los modelos de cambio climático alterarán las comunidades vegetales y microbianas en los ecosistemas forestales mediterráneos (bosques y dehesas), y cómo estos cambios repercutirán en diferentes propiedades ecosistémicas, como la capacidad de almacenamiento de carbono en el suelo, la productividad primaria neta o la tasa de descomposición de hojarasca y reciclado de nutrientes.



Gabriela Melchiorre observa
las endomicorrizas para evaluar
el estado de las plantas del maíz.

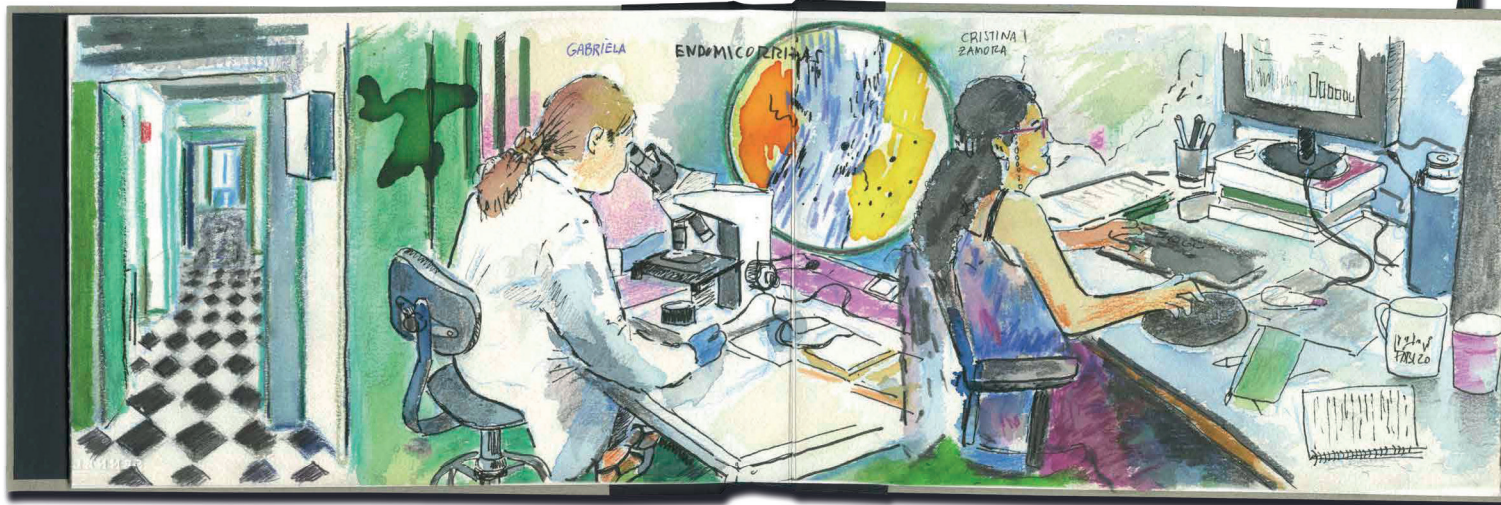


2. Problemas de regeneración y decaimiento de especies vegetales: identificamos los principales factores abióticos y bióticos causantes de los problemas de regeneración y decaimiento de especies forestales clave bajo distintos escenarios de cambio global. Estamos especialmente interesados en tratar de predecir cómo afectarán los distintos factores de cambio (cambio climático, invasión de especies exóticas y cambios de uso del suelo) a las interacciones bióticas (planta-planta, planta-animal y planta-microorganismo), así como a la viabilidad y persistencia de poblaciones de especies vegetales mediterráneas de gran importancia ecológica o económica, como el alcornoque (*Quercus suber*), la encina (*Quercus ilex*) o algunas especies herbáceas de pastizal de alto interés agronómico.

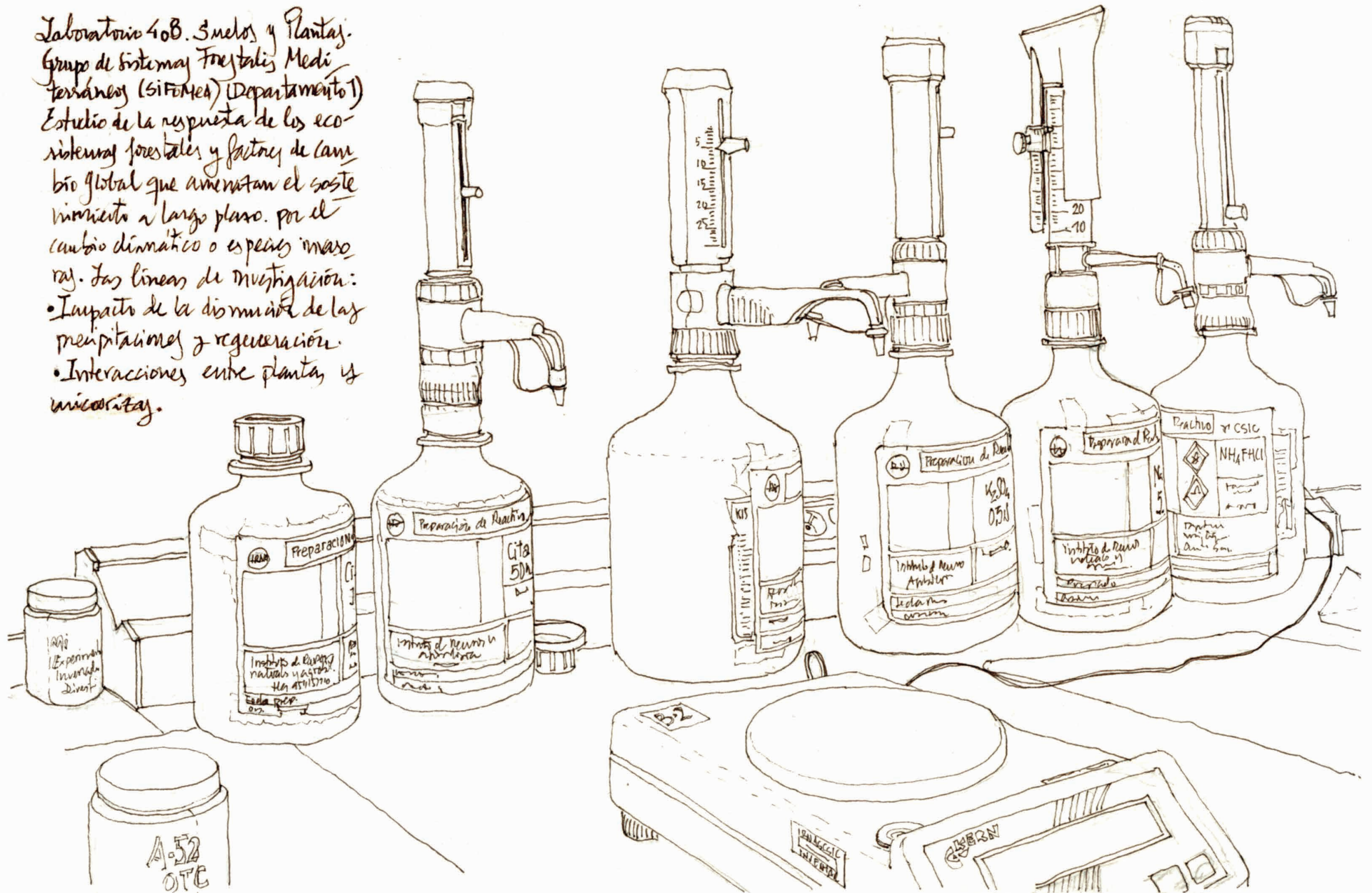
3. El papel de la biodiversidad en la salud del bosque: interacciones mutualistas o antagonistas de las plantas con los organismos del suelo. Nuestro objetivo es conocer cómo manejar la biodiversidad de las dehesas para mejorar su salud. Concretamente, estamos estudiando el papel de determinadas familias de matorral que puedan alterar la abundancia de patógenos edáficos causantes de la seca (oomicetos exóticos del género *Phytophthora*), así como de determinados grupos de bacterias y hongos del suelo que puedan ejercer un papel como agentes de biocontrol de oomicetos exóticos. Entre las interacciones mutualistas, nuestra investigación se centra en el papel funcional de la simbiosis con ecto- y endomycorrizas. Dentro de las interacciones antagonistas, estudiamos principalmente el papel de patógenos radicales exóticos (géneros *Phytophthora* y *Pythium*) como condicionantes de la supervivencia y crecimiento de especies leñosas mediterráneas, particularmente de los géneros *Quercus* y *Olea*.

4. Suelos del Parque Nacional de Doñana: soporte de lagunas temporales. Estudiamos el origen y evolución de los suelos que mantienen el sistema de lagunas temporales de Doñana, uno de los principales humedales de Europa. Nos centramos en la variabilidad y acortamiento del periodo de encharcamiento (hidroperiodo) debido al cambio climático y extracciones de agua, y cómo afecta a los suelos. Nuestro objetivo es ofrecer soluciones a la pérdida de biodiversidad a través de excavaciones artificiales (zacallones).





Laboratorio 408. Suelos y Plantas.
 Grupo de Sistemas Forestales Medi-
 terráneos (SiFoMed) (Departamento I)
 Estudio de la respuesta de los eco-
 sistemas forestales y factores de cam-
 bio global que amenazan el siste-
 ma a largo plazo. por el
 cambio climático o especies inase-
 ray. Las líneas de investigación:
 • Impacto de la disminución de las
 precipitaciones y regeneración.
 • Interacciones entre plantas y
 microorganismos.





SUELOS Y ECOLOGÍA VEGETAL Y FORESTAL

GrupoMOSS

Materia Orgánica en Suelos y Sedimentos

Dr. José Antonio González / jag@irnase.csic.es



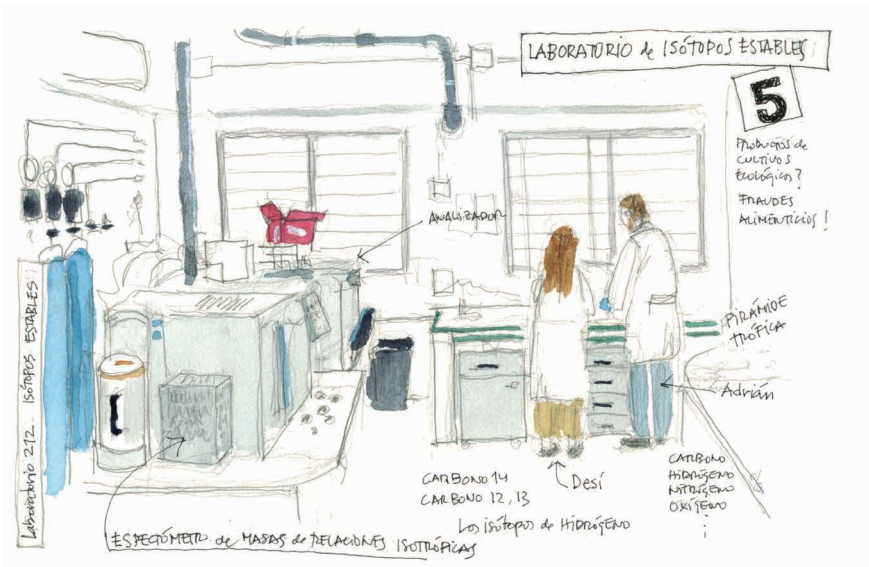
Investigamos en distintos aspectos de la biogeoquímica del suelo, principalmente en el estudio de la materia orgánica. Nuestro objetivo principal es el estudio del impacto de factores ambientales en los ciclos biogeoquímicos del carbono y nitrógeno, su implicación en la sostenibilidad de los ecosistemas, en el secuestro de dichos elementos y en el cambio climático global. Para ello, contamos con instrumentación científica avanzada, como la cromatografía de ultra-alta resolución, resonancia magnética nuclear en estado sólido, diferentes variantes de análisis térmicos (termogravimétricos y pirolíticos) y un completo laboratorio para el estudio elemental y de isótopos estables de los principales elementos relacionados con la vida (C, N, H, O, S).

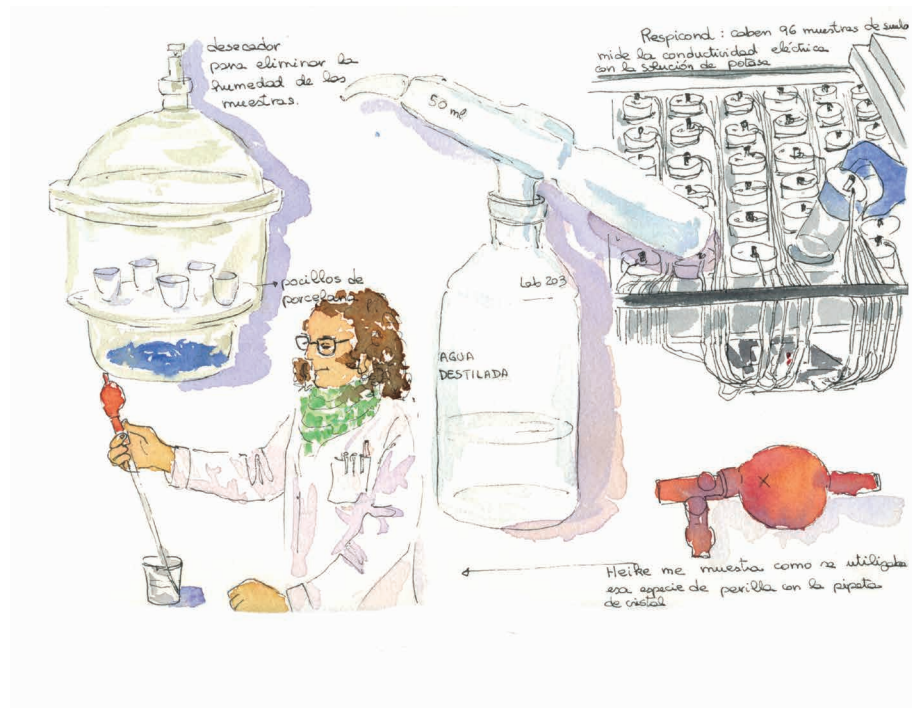
Líneas de investigación:

1. Dinámica y secuestro de C y N en suelos agrícolas y forestales mediterráneos: nos centramos en la caracterización de la estructura molecular de los materiales orgánicos en suelos, aguas y sedimentos, así como en recursos fósiles (turberas, carbones, etc.) y residuos de interés agrícola (composts, humatos fertilizantes, biochar, etc.). Nuestro objetivo es la obtención de información medioambiental, biomarcadores indicadores del estado de salud y calidad de suelos y sedimentos, el estudio de la evolución y funcionalidad de las diferentes formas de C en los suelos, así como de los mecanismos que conducen a la evolución (humificación) y degradación (mineralización) de los materiales orgánicos y de los principales mecanismos que conducen al secuestro estable de C y N en suelos y sedimentos.

2. Desarrollo y aplicación de enmiendas orgánicas sostenibles a partir de residuos agrícolas: estudiamos la producción, caracterización y aplicación de materiales carbonosos enriquecidos en nitrógeno: *black carbon* y *biochar*. El *biochar* es un subproducto de origen vegetal transformado mediante pirólisis.

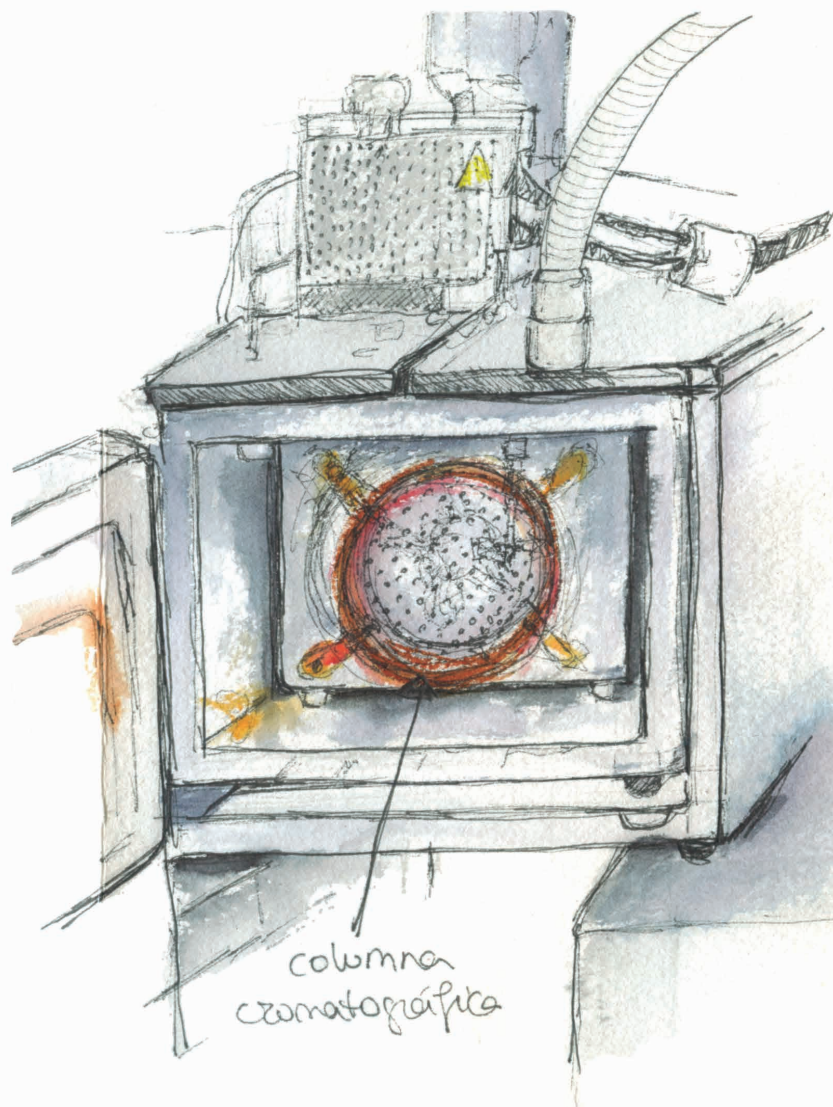
Se genera en procesos industriales que utilizan biomasa, por ejemplo, en el procesamiento de los alpechines, o generadores de biomasa entre otros.



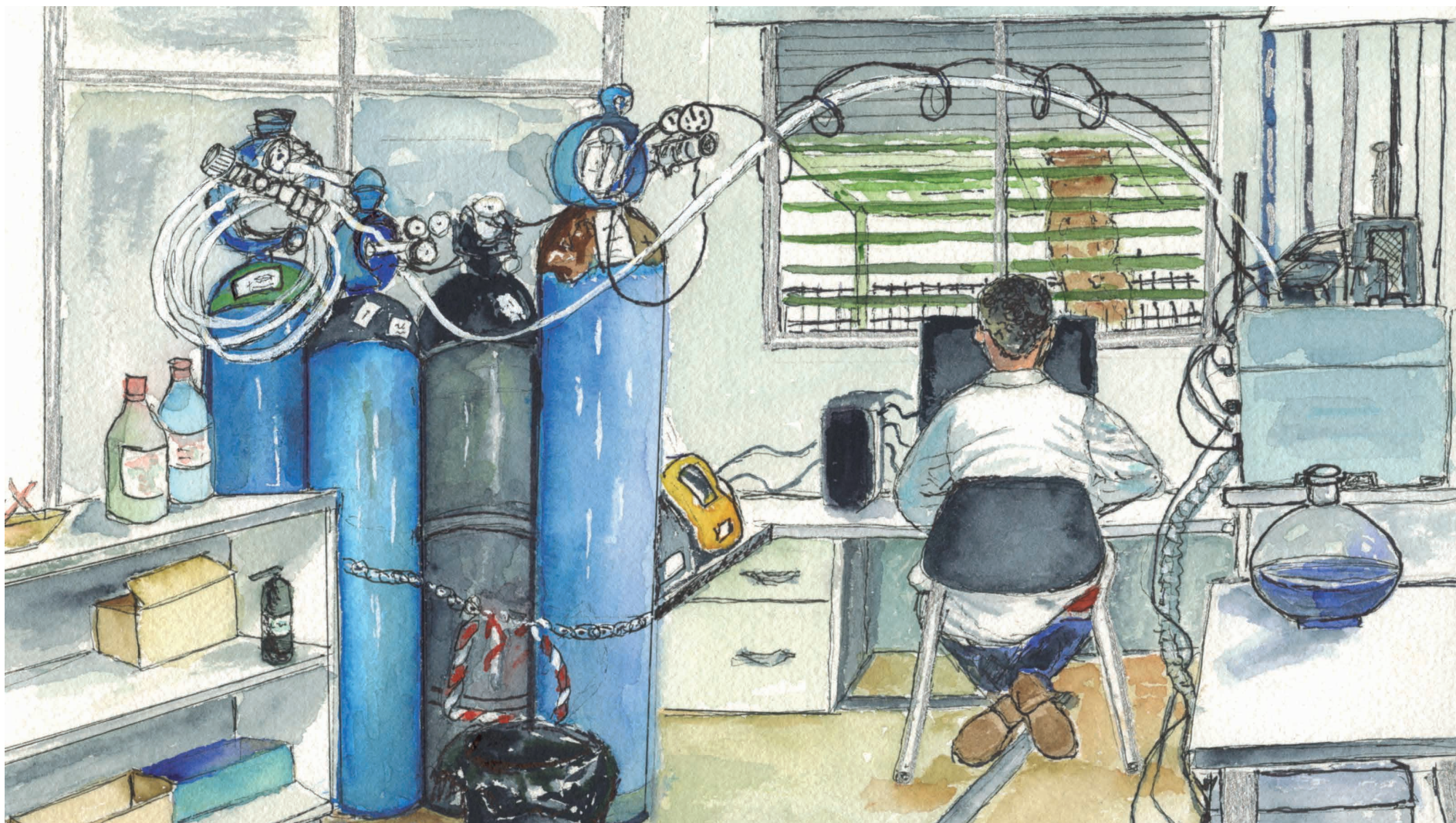


También estudiamos el *hidrochar*, que sigue el mismo proceso, pero en húmedo, como por ejemplo utilizando los lodos de las depuradoras. En nuestro grupo estudiamos la optimización de su producción y los efectos de su composición físico-química en la mejora de las propiedades y calidad del suelo, así como sus efectos en la estabilización del C. Este uso de subproductos agroindustriales carbonizados lo estamos investigando dentro de planteamientos de economía circular, como forma de secuestrar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

3. Efectos de incendios forestales en el suelo: muchos de los fenómenos negativos de los incendios forestales en los ecosistemas, como la pérdida de suelo por erosión o la reducción de productividad, se deben a sus efectos sobre la materia orgánica de los suelos, que es la fracción más reactiva y de la que derivan la mayoría de sus propiedades, como son la dinámica de agua y nutrientes, el secuestro de C y N o su fertilidad. Por eso, estamos estudiando el efecto de los incendios en la estructura y función de la materia orgánica del suelo, con el objetivo de detectar parámetros que serán usados para su recuperación. Los resultados obtenidos tienen aplicación práctica en la toma de decisiones y la planificación de las acciones y estrategias de restauración ambiental que se llevan a cabo después de los incendios forestales.



Jose Antonio nos
explica el proceso
de separación de los
distintos componentes
de la muestra, que
se van desplazando
a distintas
velocidades al
atravesar la
columna



SUELOS Y ECOLOGÍA VEGETAL Y FORESTAL

Grupo BioFunLab

Laboratorio de Biodiversidad y Funcionamiento Ecosistémico

Dr. Manuel Delgado /  m.delgado.vaquerizo@csic.es

En el grupo BioFunLab tenemos como objetivo avanzar el conocimiento sobre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas naturales, agrícolas y urbanos en un mundo cambiante a escalas global y regional. Estudiamos la biodiversidad del suelo y el funcionamiento de los ecosistemas.



Los resultados están ayudando a comprender mejor la importancia, vulnerabilidad y distribución de la biodiversidad del suelo y el funcionamiento de los ecosistemas en todo el mundo. Asimismo, nuestras investigaciones han aportado pruebas fundamentales de los vínculos positivos entre la biodiversidad del suelo y el funcionamiento de los ecosistemas a escala mundial.

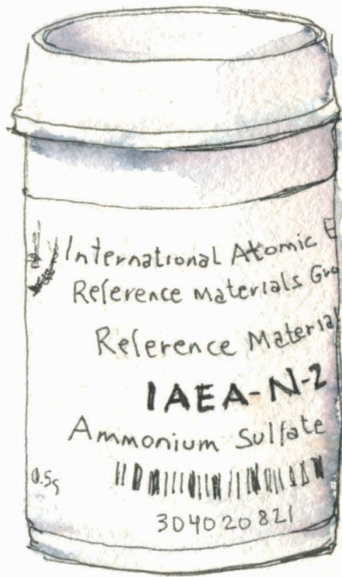
Nuestro grupo BioFunLab lidera estudios multidisciplinares y multifuncionales, combinando muestreos globales y experimentos campo y laboratorio a gran escala con técnicas avanzadas de *remote sensing*, *machine learning* y *omics*. Las investigaciones que realizamos en BioFunLab pretenden fomentar el funcionamiento y la sostenibilidad de ecosistemas terrestres a escala global.

Nuestros objetivos específicos son, en primer lugar, liderar investigaciones sobre la estructura y el funcionamiento de microbiomas ambientales, evaluar los efectos del cambio global sobre la biodiversidad y funcionamiento de nuestros ecosistemas y descubrir así nuevos patrones ecosistémicos globales. En segundo lugar, queremos crear nuevos atlas globales de biodiversidad y funcionamiento y elaborar mapas globales de propiedades edáficas a diferentes escalas espaciales.

En conjunto, queremos desarrollar una comprensión predictiva sobre los cambios en el ciclo de los nutrientes durante la formación del suelo e investigar los efectos del cambio climático en el funcionamiento de los ecosistemas.

Líneas de investigación:

1. Estructura y el funcionamiento de microbiomas ambientales. Evaluación de los efectos del cambio global sobre la biodiversidad y funcionamiento de nuestros ecosistemas: nuestro grupo BioFunlab ha aportado pruebas de que el calentamiento en curso aumentará la proporción de patógenos vegetales transmitidos



por el suelo en todo el mundo, y ha demostrado la importancia de los climas actuales y pasados para mantener la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas en la Tierra.

2. Descubrir nuevos patrones ecosistémicos globales para crear nuevos atlas globales de biodiversidad y funcionamiento: hemos elaborado los primeros atlas mundiales de especies dominantes de bacterias y hongos. Estos atlas pioneros son los primeros pasos fundamentales para identificar los puntos calientes de la biodiversidad del suelo en todo el mundo. Además, hemos proporcionado la primera caracterización global del microbioma del suelo de los espacios verdes urbanos.



Laboratorio de Ecología ambiental.
Ana y Samuel pesan y preparan muestras de
suelo que previamente recogieron y ahora las
clarifican.



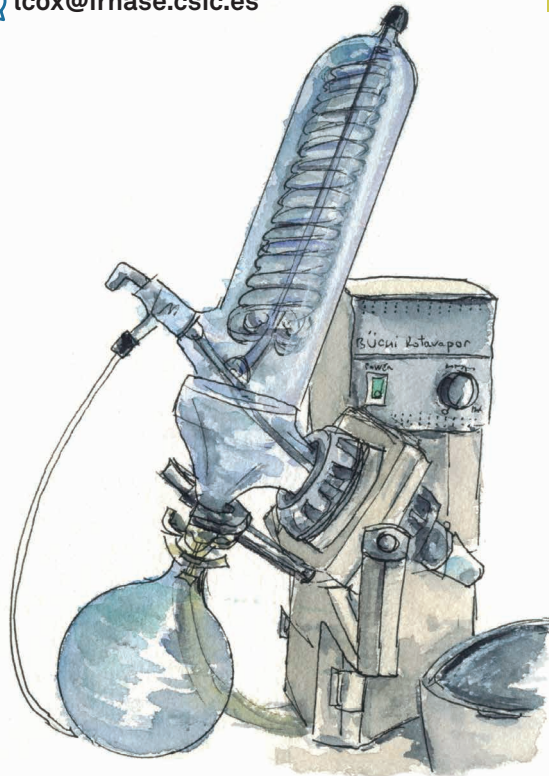
AGROQUÍMICA Y CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

AGROQUÍMICA Y CONTAMINACIÓN DE SUELOS

Grupo AGROCHEM

Agroquímica Ambiental

Dra. Lucía Cox /  lcox@irnase.csic.es



En el grupo AGROCHEM estudiamos el comportamiento medioambiental de compuestos contaminantes en el sistema suelo-agua-planta. Estos compuestos pueden ser de origen agroquímico (pesticidas, compuestos alelopáticos, de señalización u hormonas de plantas) o consecuencia de la actividad humana (fármacos, contaminantes industriales, urbanos, etc.). Nuestro objetivo es caracterizar procesos que determinan la dinámica de plaguicidas y otros compuestos de interés agroquímico en el suelo, cómo pueden afectar a la rizosfera y, por tanto, a la calidad y sostenibilidad del suelo y del cultivo. Sobre la base de estos conocimientos, abordamos el diseño de estrategias a través de la preparación de biomateriales adsorbentes para aumentar la eficacia de los agroquímicos y asegurar la sostenibilidad de la calidad del suelo, agua y cultivos, minimizando el impacto ambiental asociado, principalmente, al uso del suelo en agricultura.

Líneas de Investigación:

1. Caracterización de los procesos que determinan la dinámica de plaguicidas y otros compuestos de interés agroquímico en el suelo: estudiamos el papel de los plaguicidas y otros contaminantes y cómo afectan a los procesos y propiedades del suelo. Investigamos la afectación del sistema suelo-agua-planta, en cuanto a su comportamiento medioambiental, eficacia y posibles efectos secundarios.
2. Estrategias para aumentar la eficacia de los agroquímicos y minimizar su impacto ambiental, diseño y preparación de biomateriales adsorbentes: investigamos el efecto de la adición al suelo de residuos orgánicos u otro tipo de enmendantes, y cómo pueden afectar a la dinámica de plaguicidas y contaminantes, así como su papel como posibles barreras físicas y secuestradores de carbono o sumidero de otros gases de efecto invernadero. Nuestro trabajo se centra en los mecanismos de interacción a nivel molecular de compuestos de interés agroquímico (pesticidas, compuestos de señalización, exudados radiculares de plantas, reguladores del crecimiento, etc.) con los microorganismos y con componen-

tes coloidales del suelo, como son los minerales de la arcilla y materia orgánica. Nuestro objetivo es diseñar prácticas agrícolas sostenibles en el tiempo.

3. Estudios y caracterización del comportamiento medioambiental de plaguicidas o sus formulaciones (adsorción, persistencia y lixiviación en suelos), influencia de la porosidad y mineralogía de suelos:

estudiamos la porosidad del suelo, esto es, la distribución de tamaños de poros y su influencia en el comportamiento de plaguicidas y contaminantes, así como en la evolución de los componentes del suelo. Los resultados los utilizamos para el diseño de materiales adsorbentes y formulaciones basadas en componentes naturales del suelo o similares que, como portadores inteligentes, incrementen la eficacia de los plaguicidas y minimicen su impacto ambiental. Estos materiales tienen grandes aplicaciones como enmendantes de suelos y como filtros para la descontaminación de aguas.



LABORATORIO DE CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y AGUAS



*Técnico preparando
soluciones.

AGROQUÍMICA Y CONTAMINACIÓN DE SUELOS

Grupo **CONSOWAT**

Control de la Contaminación en Suelos y Aguas

Dra. Esmeralda Morillo /  morillo@irnase.csic.es

La contaminación de suelos y aguas es un tema de gran interés debido a los peligros que conlleva tanto para los seres humanos como para el medioambiente. Los tipos de contaminantes que se encuentran incluyen elementos potencialmente tóxicos (EPTs) y contaminantes orgánicos, incidiendo principalmente en los contaminantes orgánicos persistentes (COPs) y en los contaminantes emergentes, cuya presencia creciente en aguas y suelos produce efectos no deseados y de gran riesgo toxicológico y medioambiental, ya que algunos de ellos poseen propiedades carcinogénicas, mutagénicas y embriogénicas; otros son disruptores endocrinos y responsables de la aparición de resistencias bacteriana y vírica a fármacos. En el caso de las aguas es importante su control microbiológico, tanto en plantas potabilizadoras como en aguas regeneradas que se van a utilizar en agricultura, por las posibles implicaciones en seguridad alimentaria. En el grupo CONSOWAT trabajamos en estrategias para minimizar la contaminación de suelos y aguas, contribuyendo al desarrollo de nuevas tecnologías respetuosas con el medioambiente que den lugar a una gestión más sostenible del sistema suelo-agua.

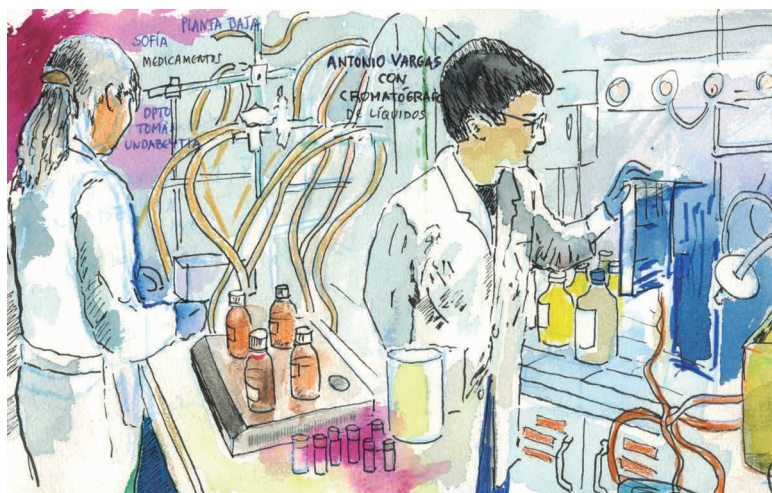
Líneas de Investigación:

1. Prevención de la contaminación de suelos: estudiamos cómo prevenir la contaminación de los suelos al utilizar lodos de depuradora como enmiendas agrícolas, ya que existe una gran preocupación por las concentraciones de contaminantes tanto inorgánicos (EPTs), como microcontaminantes orgánicos (plaguicidas, compuestos provenientes de la industria, productos farmacéuticos y de higiene personal, hormonas y otros contaminantes emergentes), que dichos lodos puedan aportar. Por ello, trabajamos en tecnologías químicas, biológicas y genómicas para la reducción del contenido de contaminantes orgánicos en lodos y biosólidos procedentes de EDARs, de forma que su posterior utilización como enmienda orgánica en el sector agrario no implique un aumento de la contaminación de los suelos y el medio ambiente.



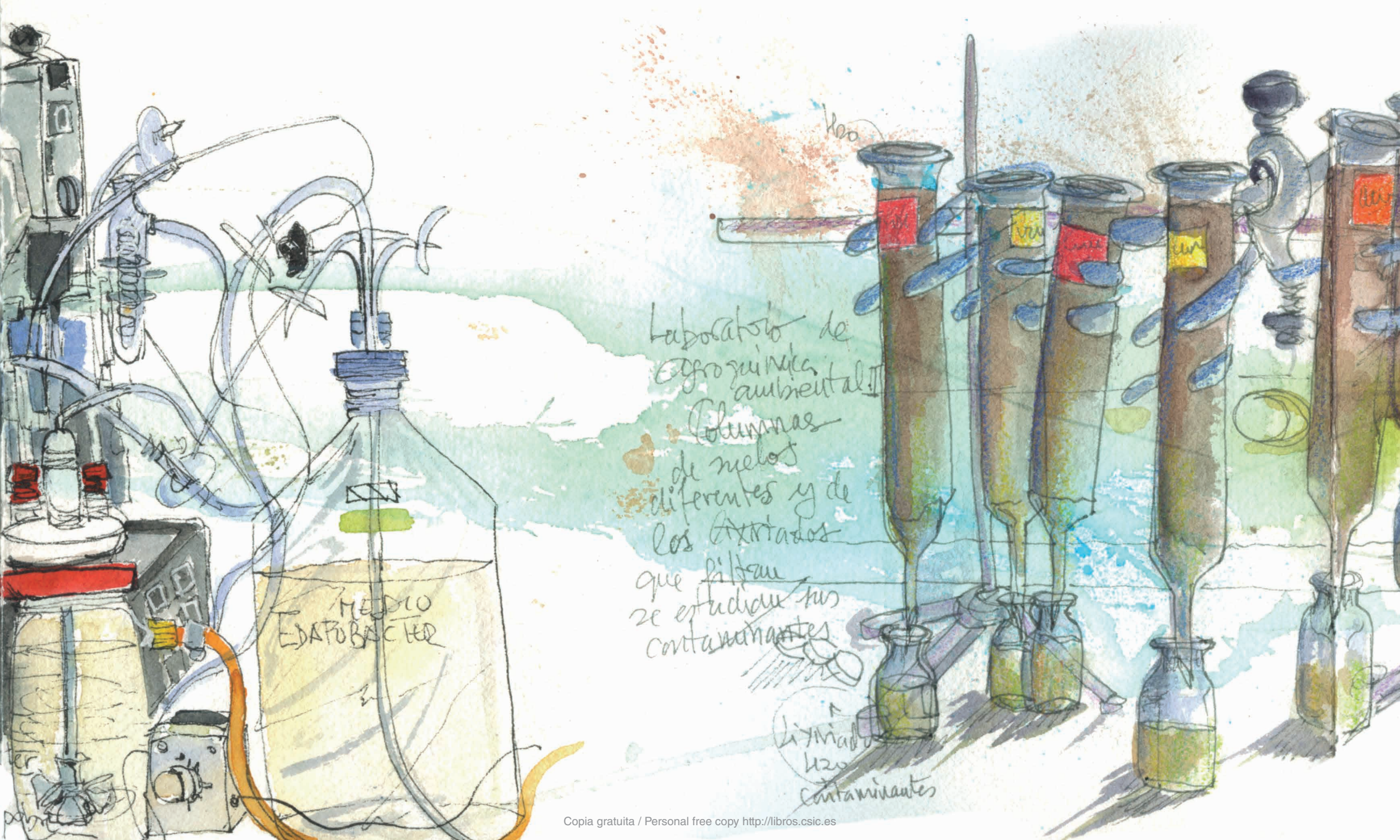


2. Recuperación de suelos contaminados: nuestro objetivo es la recuperación de suelos contaminados y prevención de la contaminación, utilizando extractantes no tóxicos y biodegradables (biosurfactantes y ciclodextrinas, entre otros), que incrementen la biodisponibilidad del contaminante sin alterar las propiedades del suelo. Esto es, trabajamos en cómo lograr un aumento de la solubilidad de los contaminantes, para que puedan ser retirados o, en el caso de los contaminantes orgánicos, hacerlos accesibles a los microorganismos que los van a degradar. En el caso de contaminantes orgánicos, estas técnicas de extracción/solubilización se combinan con otras microbiológicas basadas en el aislamiento y selección de bacterias específicas que se añaden al suelo contaminado, estudiando la evolución de las comunidades microbianas a lo largo de los procesos de degradación. A los microorganismos degradadores de contaminantes más eficientes, les aislamos los genes degradadores específicos (estudio genómico) para ser estudiados en detalle.



3. Control de la contaminación en aguas: desarrollamos métodos para la eliminación de contaminantes orgánicos y microorganismos patógenos en los procesos de recuperación de aguas. Trabajamos con diversas tecnologías, entre las que se encuentra el desarrollo de sistemas de filtración basados en minerales de arcilla modificados con surfactantes y polímeros, buscando la obtención de materiales que presenten tanto propiedades antibacterianas como antivíricas y que reten gan los contaminantes orgánicos. Su combinación con otros sistemas (electrocoagulación, reactores de lecho móvil con biofilm, etc.) son también objeto de estudio, permitiendo crear sistemas multibarreras que aumentan la eficiencia y disminuyen los costes respecto a otras configuraciones más convencionales en procesos de tratamientos de aguas.





Laboratorio de
Agroquímica ambiental II
Columnas
de melos
diferentes y de
los Axtados
que filtran
se estudian sus
contaminantes

Limpiados
H₂O
contaminantes

INVERNADEROS CULTIVOS VEGETALES



AGROQUÍMICA Y CONTAMINACIÓN DE SUELOS

Grupo BioRem

Biorremediación y Biodisponibilidad

Dr. José Julio Ortega /  jjortega@irnase.csic.es



La investigación de nuestro grupo se centra en la comprensión de la biodisponibilidad (disponibilidad para los seres vivos) y la biodegradación de contaminantes orgánicos, con el objetivo final de favorecer su eliminación. Estudiamos los mecanismos químicos y biológicos que afectan a la disponibilidad de contaminantes orgánicos en suelos, con el objetivo de facilitar su degradación por seres vivos, ya sean bacterias, hongos, etc. Hemos observado que la biodisponibilidad tiene un profundo impacto sobre el destino y efectos de los contaminantes.

Líneas de investigación:

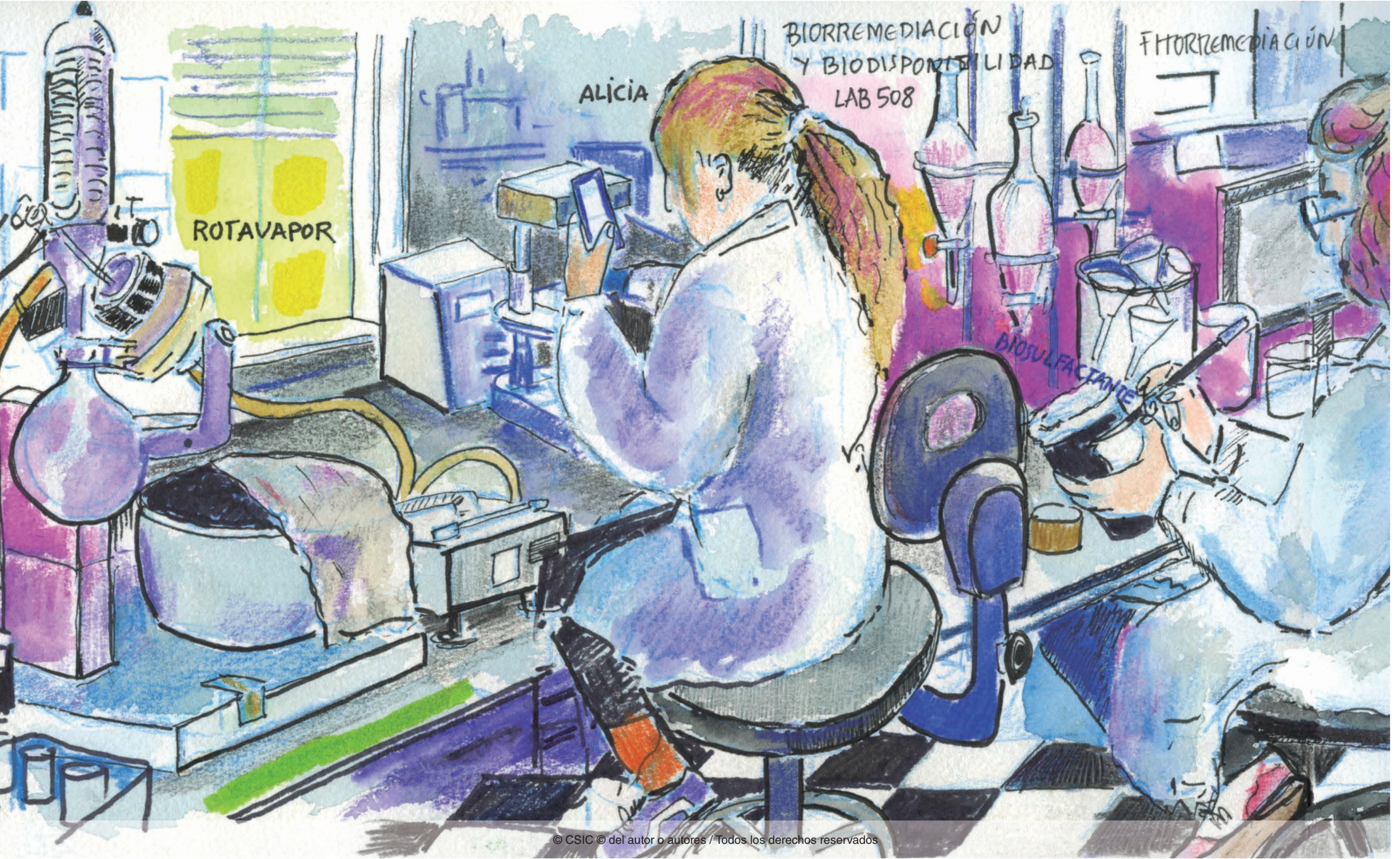
1. Biodegradación de contaminantes: estudiamos la degradación de los contaminantes en suelos en relación a la disponibilidad para las poblaciones microbianas capaces de realizar la transformación. Las velocidades de biodegradación dependen de una serie de variables como los cambios de fase, y, como resultado, contaminantes que en principio se consideraban biodegradables, pueden presentar gran persistencia.

2. Microorganismos y biodisponibilidad: estudiamos los distintos mecanismos químicos y biológicos que afectan a la biodisponibilidad de contaminantes orgánicos:

Efecto de las fases orgánicas líquidas (NAPLs) sobre la biodegradación y empleo de tensioactivos microbianos y de fertilizantes oleofílicos para acelerar el proceso de biodegradación de contaminantes adsorbidos, tanto en sistemas modelo como en suelos.

Factores movilizadores de microorganismos o contaminantes en el suelo, como la aplicación de agentes tensioactivos y nanomateriales.

Poder movilizador de la quimiotaxis microbiana en el suelo, para el aumento de la biodisponibilidad de los contaminantes.







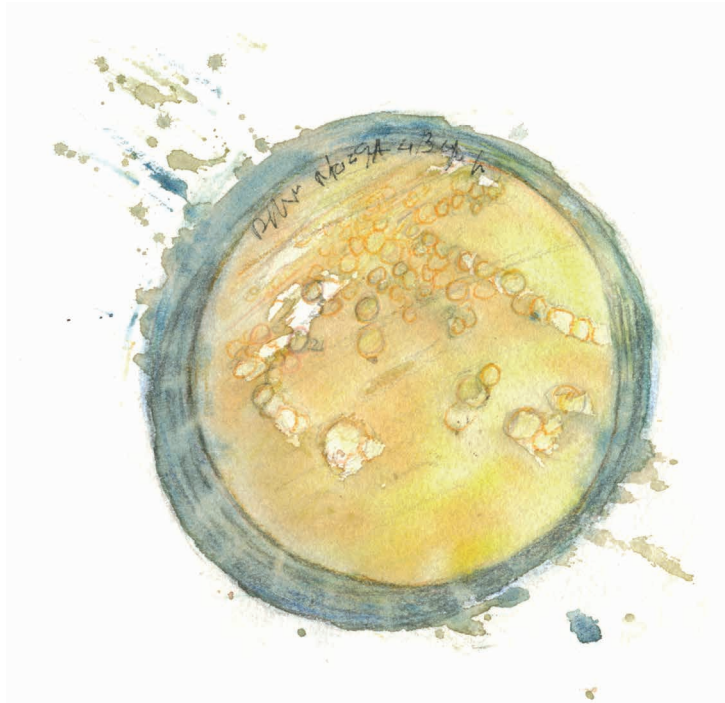
ECOLOGÍA Y DIVERSIDAD MICROBIANA

ECOLOGÍA Y DIVERSIDAD MICROBIANA

Grupo **DIVEX**

Diversidad Microbiana y Microorganismos de Ambientes Extremos

Dr. Juan Miguel González /  jmgrau@irnase.csic.es



La mayoría de formas vivientes en la Tierra son de tamaño microscópico. Mientras muchos microorganismos se dispersan por todo el planeta, los ambientes extremos solo pueden ser habitados por extremófilos. Estos microorganismos habitan lugares muy fríos (por debajo de 0 °C), muy cálidos (por encima de los 100 °C), ambientes ácidos o alcalinos, otros de elevada concentración salina, elevada presión, etc. Por ello, los ambientes extremos pueden ser considerados como sistemas modelo ideales para el estudio de la ecología de los microorganismos, su fisiología, propiedades adaptativas y otras características relacionadas con las comunidades microbianas y específicamente con las células microbianas. Muchos de estos microorganismos no pueden cultivarse, ya que es difícil (a veces imposible) duplicar en el laboratorio su ecosistema. Sin embargo, algunas propiedades o procesos microbianos pueden ser analizados en el laboratorio utilizando microorganismos aislados.

Usando técnicas modernas de biología molecular, podemos entender el ambiente microbiano en mucho mayor detalle. Así, es posible emplear la información que existe en los ácidos nucleicos de los microorganismos para detectar aquellos que viven en ambientes extremos. Para analizar las comunidades microbianas *in situ*, utilizamos métodos moleculares basados en el ADN y ARN. El estudio de los ácidos nucleicos nos sirve tanto para detectar e identificar un microorganismo como para indagar en la funcionalidad de sus genes, y así podemos investigar las comunidades microbianas con una aproximación metagenómica. Pero los microorganismos nunca están solos, viven en comunidades, a menudo compuestas por un número enorme de tipos diferentes de células. El estudio de las comunidades microbianas y su interacción con su entorno son aspectos claves para comprender el papel y funcionamiento de los microorganismos en la naturaleza. Nuestro objetivo es investigar el papel funcional de la diversidad microbiana en una variedad de ambientes, con diferentes microorganismos, sus genes y biomoléculas con una atención especial a los extremófilos. Para estudiar estos seres vivos utilizamos técnicas moleculares, de cultivo, de bioquímica, fisiología, ecología, biotecnología, genómica, bioinformática, entre otras muchas. En resumen, estudiamos la vida microbiana desde una perspectiva multidisciplinar.

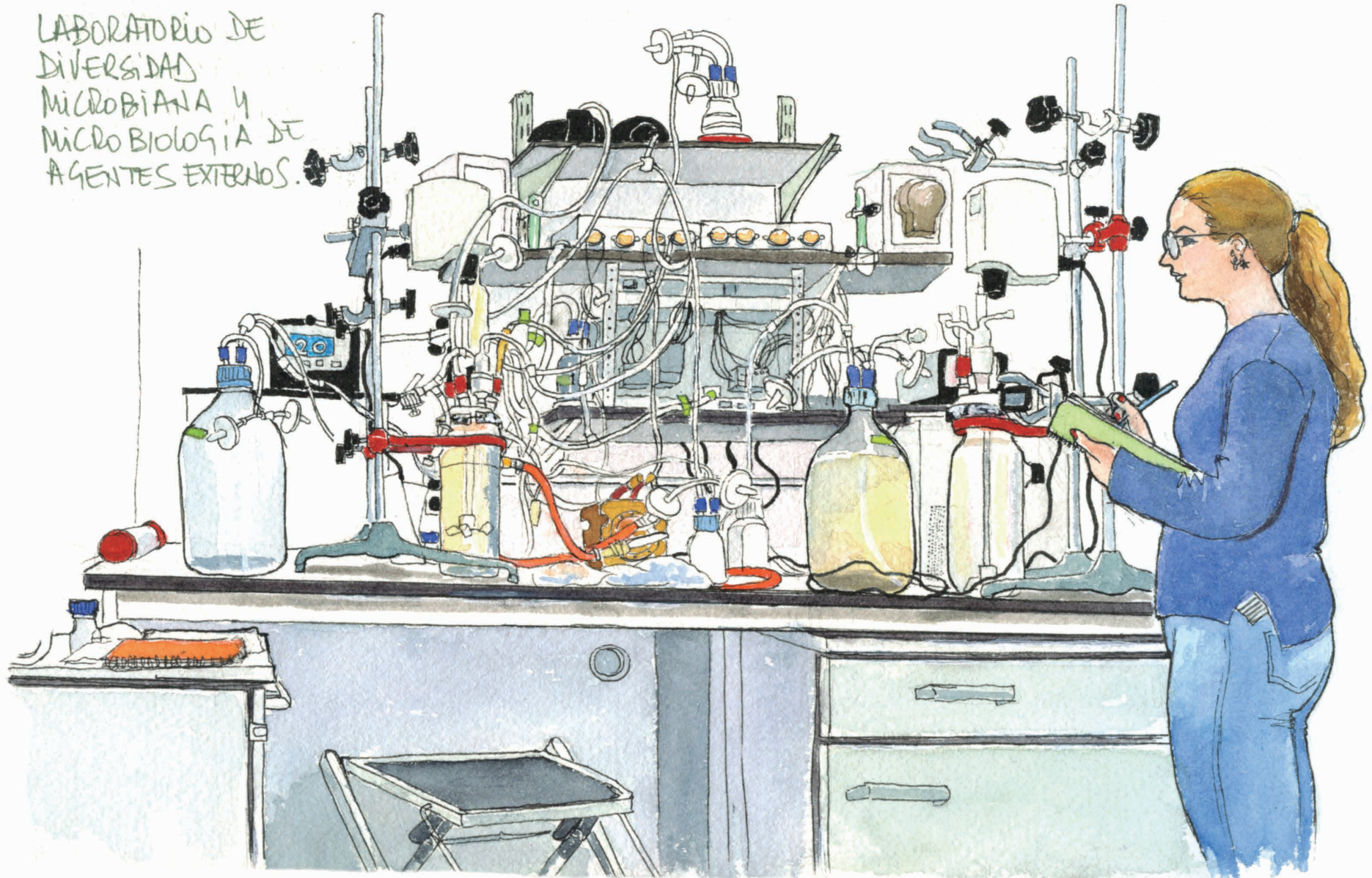
Centrarse en extremófilos permite enfocar un tipo específico de microorganismos y comunidades que son de gran interés por sus posibles aplicaciones biotecnológicas así como sistemas modelo para el estudio de comunidades naturales.

Línea de investigación

1. Diversidad microbiana y microorganismos de ambientes extremos, función de los organismos en distintos ambientes y aplicaciones de sus genes y biomoléculas: estudiamos las adaptaciones específicas que presentan los microorganismos extremófilos para poder desarrollarse en ambientes únicos. Las propiedades de sus biomoléculas son de interés en biotecnología debido a su elevada estabilidad, pudiendo emplearse en aplicaciones industriales y procesos de interés comercial. Nuestra hipótesis es que los microorganismos que representan las minorías son importantes en los ecosistemas naturales. El estudio de los microorganismos raros o poco abundantes es esencial para comprender el papel funcional de las comunidades microbianas dentro de un contexto espacio-temporal, así como para comprender por qué la diversidad microbiana es tan elevada. Para la detección de microorganismos utilizamos métodos moleculares para caracterizar el perfil molecular o *fingerprint*, la secuenciación y métodos de detección *in situ*. Una vez identificados los microorganismos, tanto bacterias como Archaeas, evaluamos sus propiedades fisiológicas y analizamos su distribución espacial para descifrar su función dentro del ecosistema.



BIOREACTOR DEL
LABORATORIO DE
DIVERSIDAD
MICROBIANA Y
MICROBIOLOGÍA DE
AGENTES EXTERNOS.



LAB/ DIVERSIDAD MICROBIANA Y EXTREMÓFILOS
JUAN M. GONZÁLEZ GRAU

LAB 226

RIESGO BIOLÓGICO

GUANTES DE
VÁLVULA DE
VACÍO

ECOLOGÍA Y DIVERSIDAD MICROBIANA

Grupo MAPC

Microbiología Ambiental y Patrimonio Cultural

Dra. Valme Jurado /  v.jurado@csic.es

En el grupo de Microbiología Ambiental nos centramos en el estudio de la microbiología ambiental en su sentido más amplio (atmósfera, agua, suelo y subsuelo) y particularmente en los ambientes subterráneos, con especial atención a la biodiversidad y ecología microbiana en cuevas, minas, túneles, catacumbas y tumbas. Asimismo, investigamos los microorganismos en los conjuntos arqueológicos, monumentos y en los materiales del Patrimonio Cultural.

Utilizando técnicas de análisis modernas, no destructivas o semidestructivas, diagnosticamos sus amenazas y proponemos recomendaciones para su conservación. También estudiamos los ambientes interiores de los edificios donde pasamos la mayor parte de nuestro tiempo, como son las viviendas, escuelas, edificios públicos y de trabajo. Dentro de los resultados obtenidos en nuestros estudios, destaca la taxonomía de bacterias y hongos, la descripción de nuevos géneros y especies de microorganismos y su participación en el ciclo biogeoquímico de los elementos, también aplicados al biodeterioro del Patrimonio Cultural. Nuestro abordaje analítico es mediante técnicas moleculares de última generación.

Líneas de investigación:

1. Biodeterioro de materiales y biodegradación de contaminantes, contaminación atmosférica. Conservación del Patrimonio Cultural: estudiamos la química ambiental (atmósfera, agua y suelo), la biogeoquímica del ciclo de los elementos en la naturaleza y el biodeterioro de materiales de construcción y obras de arte, sobre diferentes soportes, como papel, textil, madera, cerámica, etc. Prestamos mucha atención a la contaminación atmosférica en ambientes urbanos y a su impacto sobre monumentos y materiales de construcción. Investigamos los efectos del cambio climático sobre el Patrimonio Cultural.



2. Búsqueda de compuestos bioactivos producidos por microorganismos de ambientes subterráneos: estudiamos la diversidad, genómica y fisiología de microorganismos en ambientes subterráneos, terrestres y acuáticos. Nos centramos en la biodegradación y biorremediación de contaminantes y biocidas en suelos y aguas. Investigamos y describimos nuevas especies de bacterias patógenas en diversos ecosistemas. Diseñamos métodos de aplicación de biocidas para prevenir el biodeterioro. Finalmente, valoramos la eficiencia de biocidas y métodos de limpieza en trabajos de restauración del Patrimonio Cultural.

3. Microbiología de los ambientes construidos (casas, guarderías, hospitales, lugares de trabajo, etc.) y su impacto sobre la salud de sus ocupantes: caracterizamos los factores que estructuran las comunidades microbianas de ambientes interiores utilizando métodos moleculares para el diagnóstico y la monitorización de microorganismos.



ECOLOGÍA Y DIVERSIDAD MICROBIANA

Grupo BIOGEOCOM

Geomicrobiología y Biogeoquímica

Dra. Ana Z. Miller /  anamiller@irnase.csic.es



El objetivo principal de nuestro grupo, Geomicrobiología y Biogeoquímica, es conocer la diversidad microbiana y las interacciones entre microorganismos, minerales y materia orgánica en ecosistemas complejos, tales como ambientes subterráneos (cuevas y minas), patrimonio cultural pétreo, suelos y sedimentos. Con este fin, aplicamos enfoques novedosos que combinan microbiología clásica, biología molecular, metagenómica, microscopía avanzada, mineralogía y biogeoquímica, que nos ayudan a identificar biomarcadores de cambios ambientales preservados en el registro geológico. También investigamos microorganismos extremófilos y sus metabolitos secundarios, aislados en ambientes prístinos, con el objetivo de descubrir nuevas sustancias bioactivas de interés para la industria farmacéutica o la recuperación del medio ambiente.

Nuestros objetivos específicos son los siguientes:

1. Caracterización morfológica y mineralógica de los sustratos colonizados por microorganismos mediante técnicas de microscopía electrónica y mineralogía.
2. Estudio de la diversidad, función y dinámica de las comunidades microbianas mediante biología molecular y secuenciación masiva.
3. Aislamiento, cultivo y caracterización de los microorganismos aislados y descripción de posibles especies nuevas.
4. Caracterización de las actividades antimicrobianas y enzimáticas de los microorganismos aislados.
5. Investigación de las interacciones microorganismo-sustrato y reconocimiento de biominerales y microfósiles almacenados en el registro mineral plausibles para la comprensión del origen de la vida en la Tierra, basado en una amplia variedad de microscopía avanzada y análisis químicos.

6. Caracterización geoquímica de los depósitos de minerales secundarios para establecer su biogenicidad y proporcionar información sobre cambios ambientales preservados en los minerales.

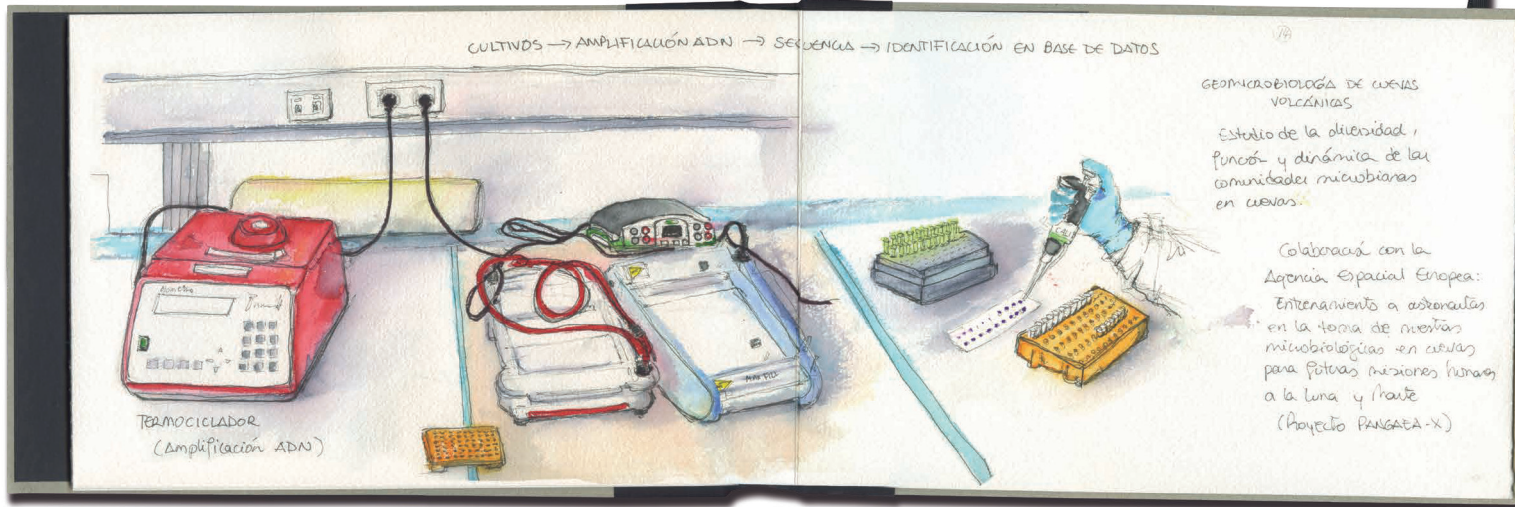
En resumen, queremos entender QUÉ microorganismos crecen en estos ambientes, CÓMO lo hacen (es decir, qué mecanismos y vías metabólicas utilizan) y CUÁL es su papel en los ciclos biogeoquímicos de los elementos. Para llevar a cabo estas investigaciones, aplicamos una amplia gama de técnicas que incluyen secuenciación masiva, microbiología clásica, mineralogía, geoquímica orgánica y microscopía avanzada (FESEM, FIB-SEM, TEM, CLSM, Epifluorescencia, micro-CT) para poder avanzar en el conocimiento científico sobre el papel de los microorganismos y sus relaciones con el entorno geológico. Gracias a los resultados obtenidos, colaboramos activamente con numerosos grupos internacionales y con la Agencia Espacial Europea en la organización del curso de entrenamiento de astronautas en cuevas (PANGAEA y CAVES) para futuras misiones humanas a la Luna y Marte.

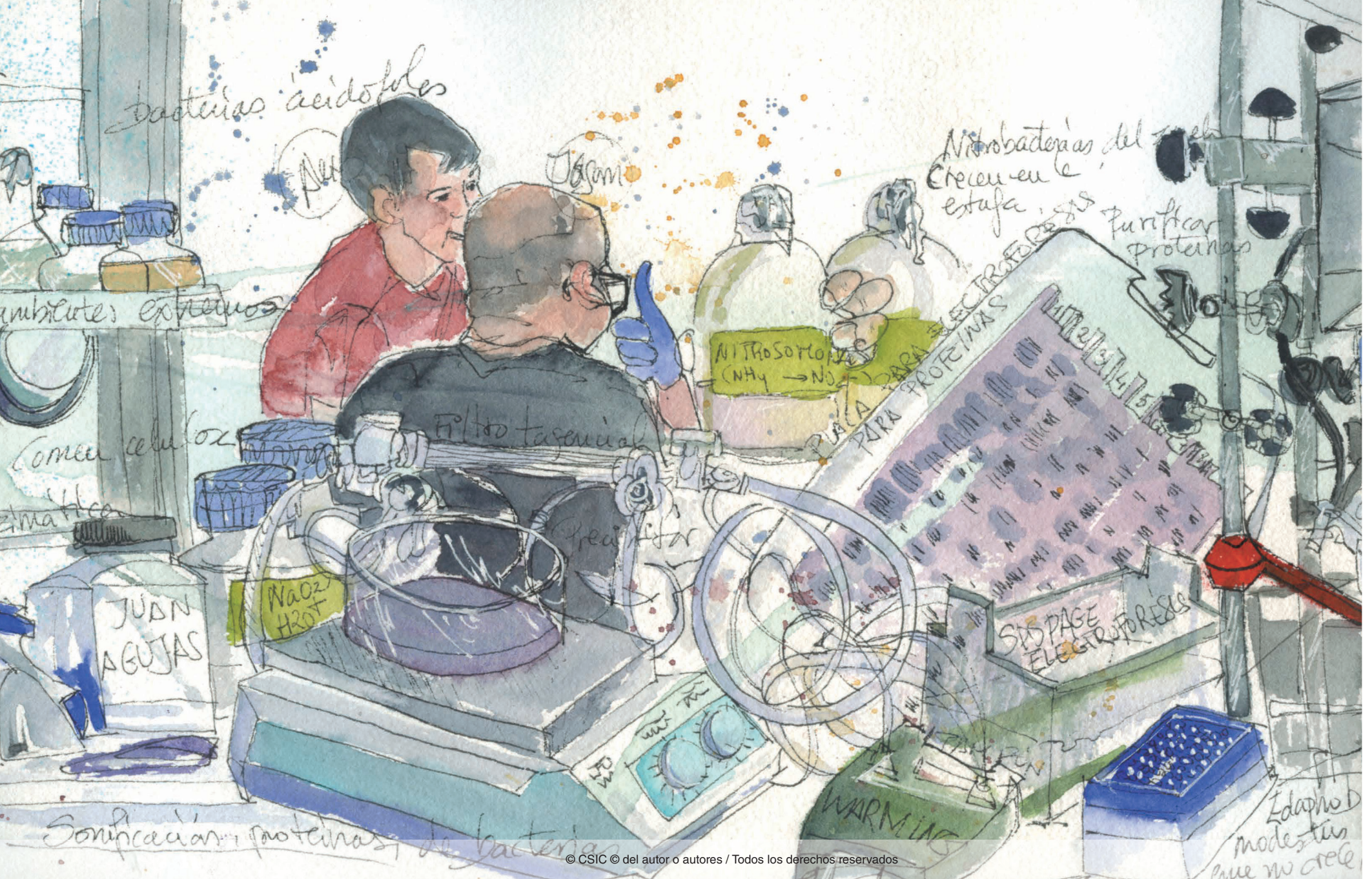
Línea de investigación:

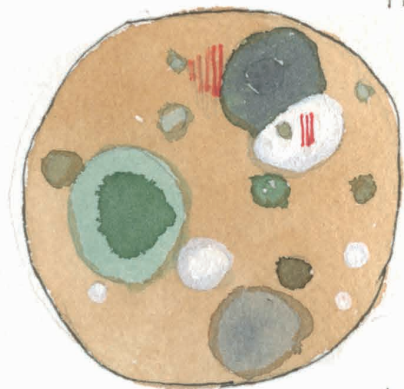
1. Geomicrobiología de cuevas volcánicas: para los estudios de geomicrobiología, tomamos muestras de lava y espeleotemas en tubos volcánicos de sitios como La Palma, Lanzarote, islas Galápagos o isla de Pascua, y realizamos una caracterización morfológica, mineralógica y geoquímica de los sustratos basálticos colonizados por los microorganismos. Para el estudio de las comunidades microbianas, aislamos los microorganismos y los caracterizamos secuenciando su ADN. También estudiamos la actividad metabólica y enzimática de cada microorganismo aislado, conociendo así de qué se alimentan y qué aportes dejan en el ecosistema. Investigamos las interacciones microorganismo-sustrato para identificar biominerales y microfósiles almacenados en el registro mineral. Debido a la detección de cuevas volcánicas en Marte, esta línea de investigación también nos permite avanzar en la identificación de biomarcadores o biofirmas plausibles para la comprensión del origen de la vida en la Tierra y para ayudar a la detección de la vida en otros planetas (por ejemplo, Marte).

SAS - Muestreador de aire

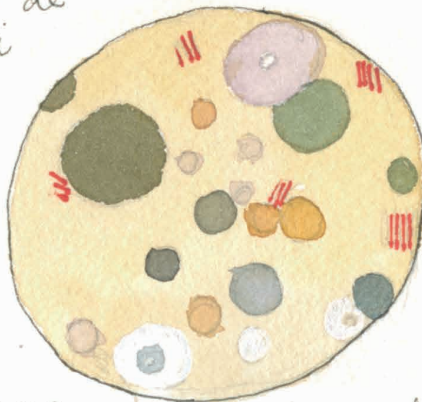






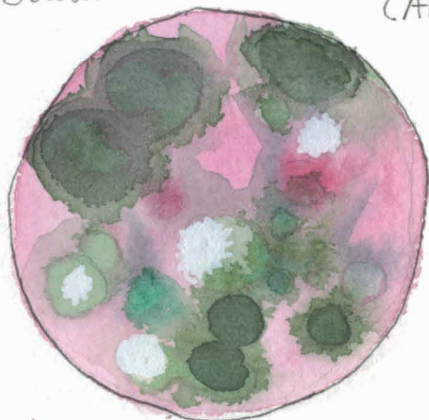


Placas de Petri



Bacterias de Cueva del Agua (Almería)

Bacterias del aire



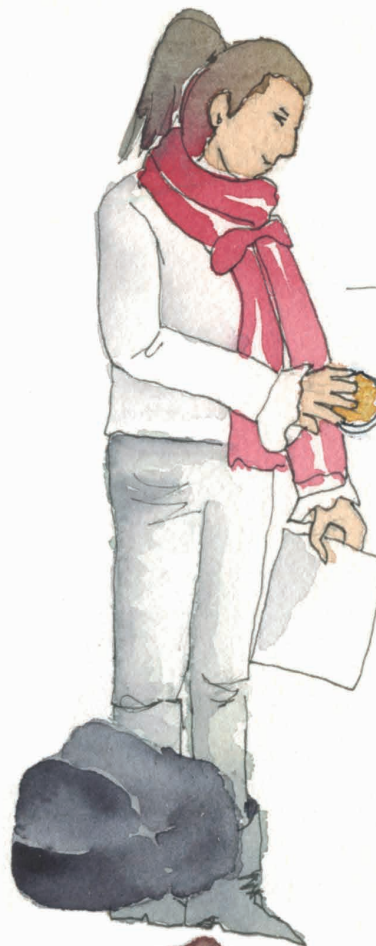
Hongos Cueva de Yesos, Sorbas (Almería)



Silex y Cuarcitas talladas. Terrazas fluviales-graveras de Bienes
11/2022 P.S.R.



Raedera Musteriense, técnica de Levallois





Servicio de Análisis de Suelos, plantas y aguas

SERVICIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS

Dra. Pilar Burgos / pburgos@irnase.csic.es

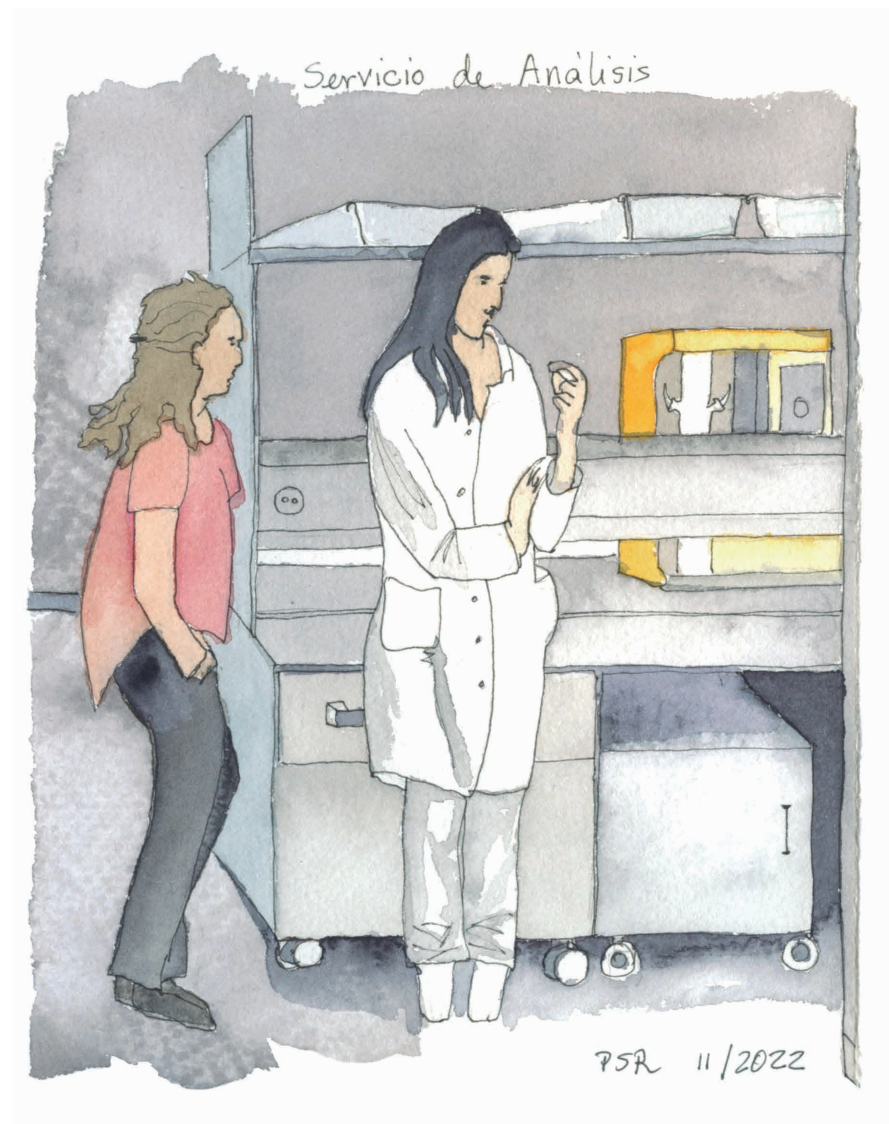
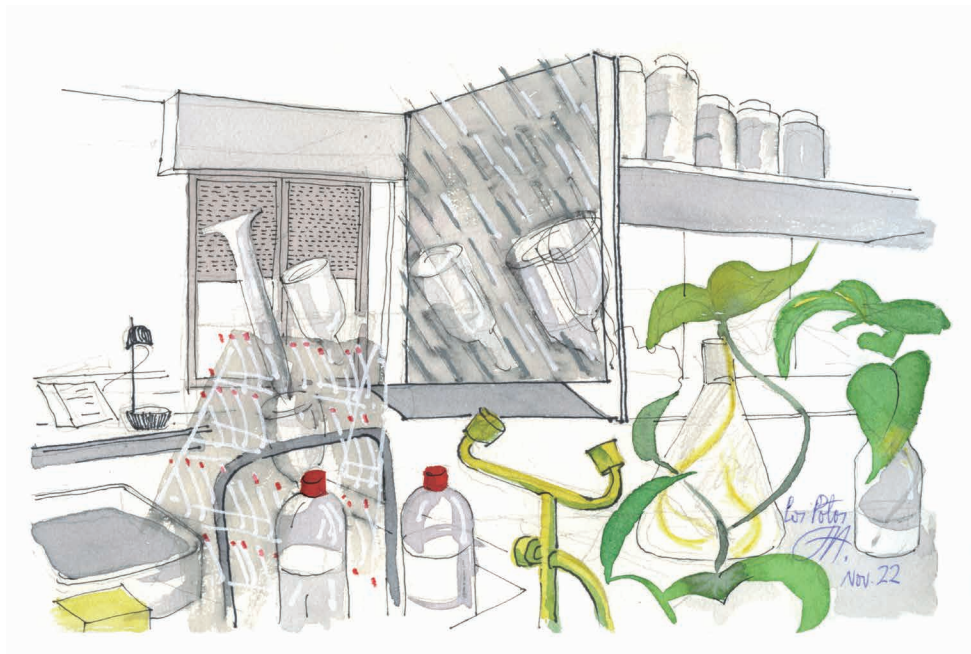
A través del Servicio de Análisis (SA), damos soporte instrumental y técnico a grupos de investigación del IRNAS, otros centros del CSIC, universidades, así como otros centros de investigación, empresas privadas y particulares que lo soliciten. Además de este soporte analítico, el SA ofrece asistencia técnica a agricultores y cooperativas agrícolas en relación con la mejora de la fertilidad de los suelos.

El SA centra su actividad principal en el análisis de muestras agrícolas y medioambientales (aguas, suelos, sedimentos, plantas, aceites, enmiendas, residuos agrícolas y fertilizantes) y la obtención e interpretación de los resultados analíticos.



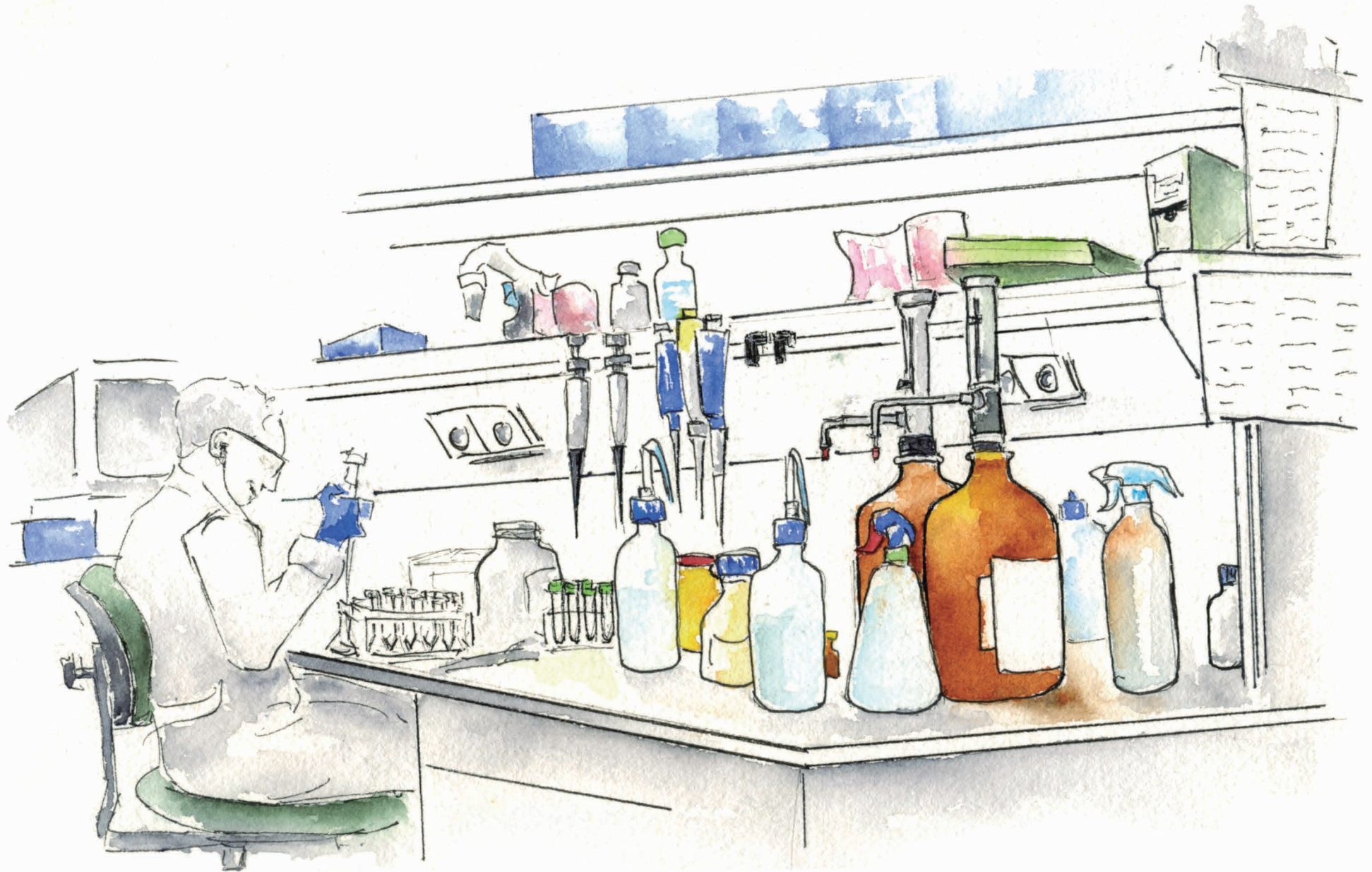
En el SA utilizamos una gran variedad de técnicas instrumentales, incluyendo espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), espectrometría de emisión óptica por plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES), auto-analizador de flujo segmentado y analizador de C y N, así como métodos clásicos de análisis (volumetrías y gravimetrías). Las condiciones del servicio, coste y plazo de entrega dependen del tipo y número de análisis a realizar.

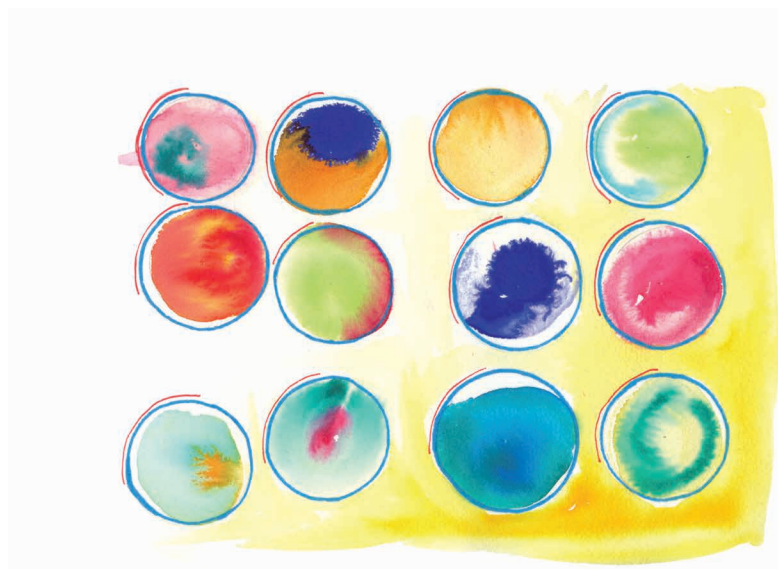
Por otro lado, dentro de las actividades de formación, el SA mantiene una activa labor docente a través de la tutela de alumnos en prácticas y visitas desde institutos y colegios a nuestras instalaciones.





LABORATORIO DE SERVICIOS
GENERALES DE ANÁLISIS.





Servicio de Invernaderos

SERVICIO DE INVERNADEROS

Dr. José Luis García /  jlgarcia@irnase.csic.es



El Servicio cuenta con tres tipos de instalaciones:

1. Un invernadero dividido en dos módulos con atrio de entrada común. La temperatura y el fotoperiodo se controlan mediante un *software* especializado que permite controlar cada módulo por separado. El invernadero dispone de sombreado y está habilitado para el manejo de OMG Tipo I. Toda la iluminación está provista por luminarias LED.
2. Dos cámaras climáticas visitables dotadas de control de temperatura, fotoperiodo y humedad.
3. Una cámara climática tipo fitotrón (Aralab Fitoclima 1200 PLH) que permite el control preciso de las condiciones ambientales: temperatura, humedad relativa, nivel de CO₂ y radiación. La capacidad útil es de aproximadamente 1200 litros, y cuenta con la posibilidad de programar ciclos día/noche y variaciones de temperatura, humedad y radiación.

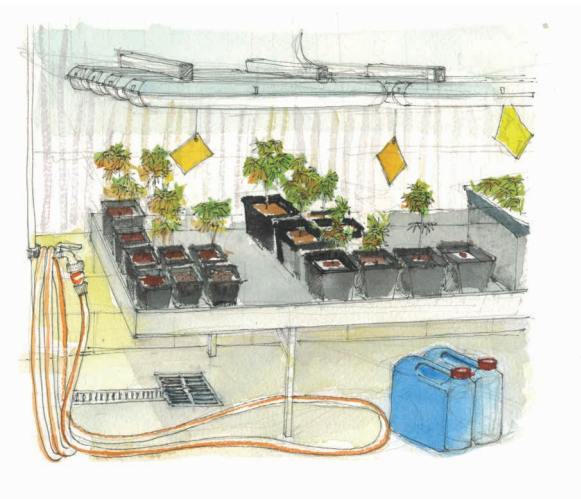




El Tabaco bajo controles de agua

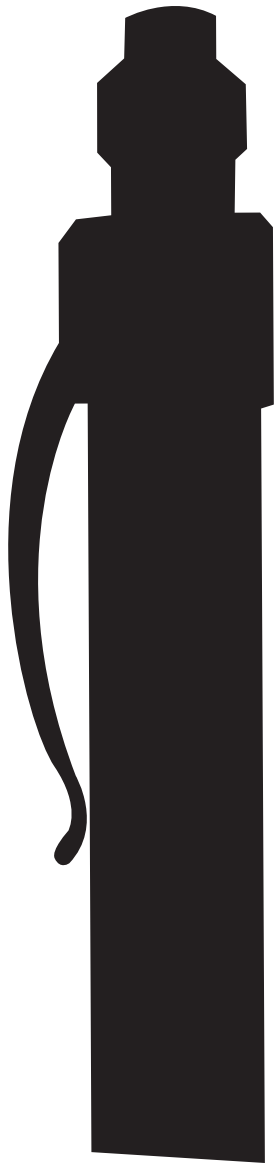


El cáñamo está estudiado con fines medicinales









Finca experimental La Hampa

FINCA EXPERIMENTAL

LA HAMPA

Ignacio Girón /  iggi@irnase.csic.es



La finca experimental La Hampa, con aproximadamente 40 ha de extensión, tiene como objetivo dar servicio y asesoramiento técnico a proyectos financiados tanto por entidades públicas como privadas, siendo un apoyo básico para los proyectos de investigación de los departamentos del Instituto.

La finca se dedica en parte a cultivos con fines de explotación comercial (olivos y cítricos, cereales y oleaginosas, y tomate para industria), y a cultivos en parcelas experimentales (olivos, paulownias, maíz, trigo, girasol, guisante, *rye grass*, alcornoces, etc.)

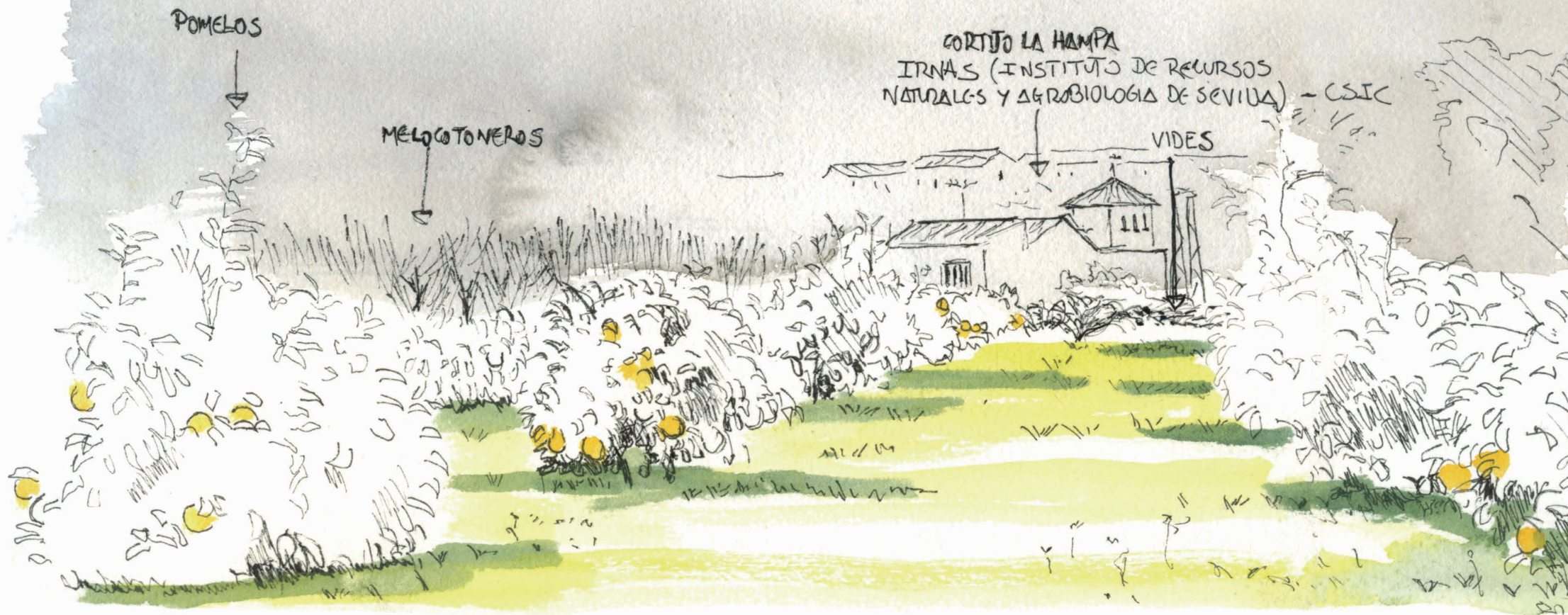
En sus cuarenta años de trayectoria junto al IRNAS se han desarrollado en La Hampa un número importante de proyectos financiados por entidades autonómicas, estatales y europeas, así como por empresas privadas. La gran utilidad de la finca experimental se explica por su cercanía al IRNAS, sus infraestructuras, sus variados tipos de suelos y sistemas de riegos que, unido a la climatología favorable de la zona, le permiten sostener dos campañas de cultivos al año.





HAY GRANADAS
DEL TAMAÑO
DE LA CABEZA
DE UN NEONATO

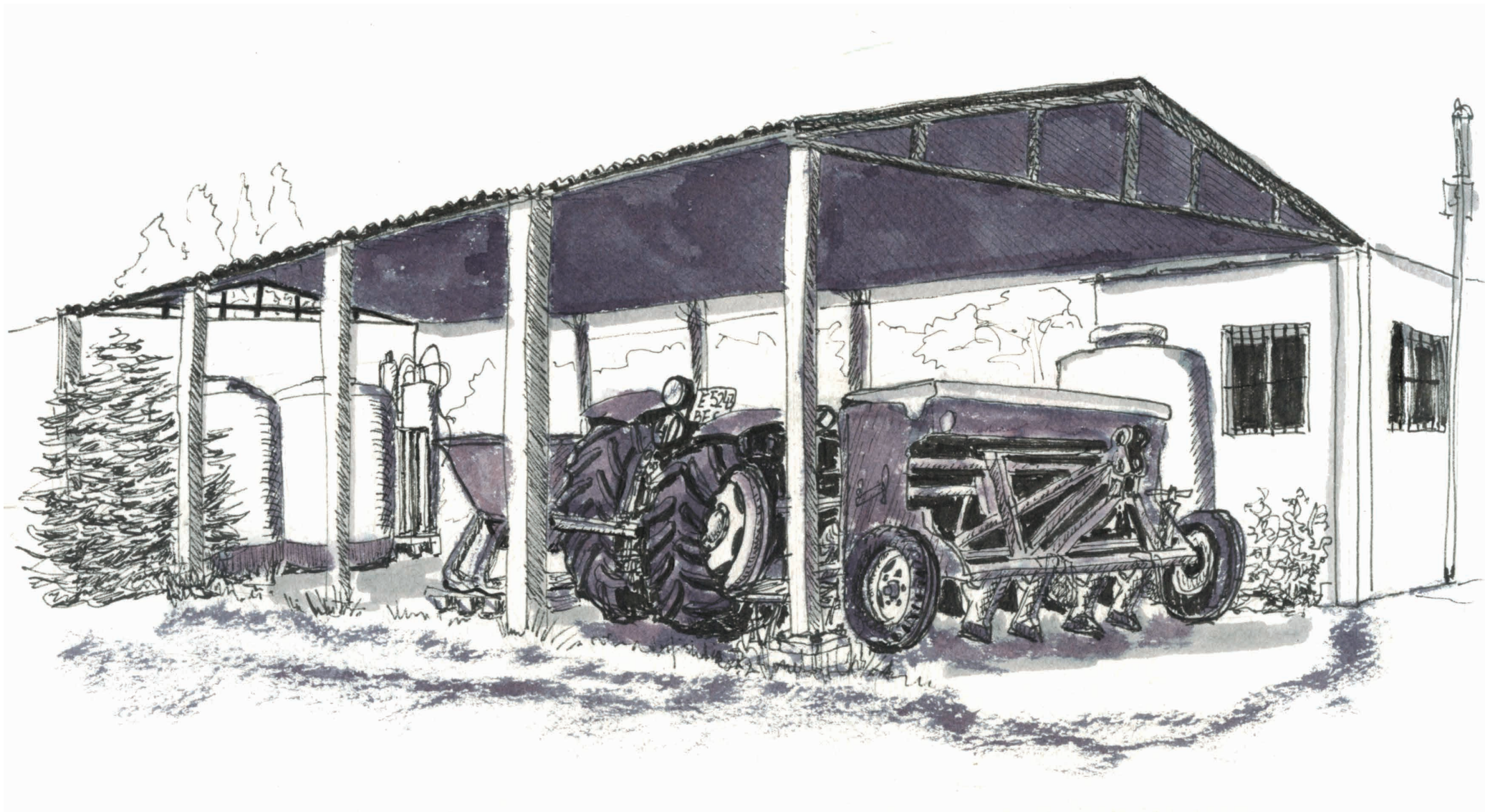
TAMBIÉN HAY VIDES, LIMONEROS, NARANJOS, CIRUELOS...









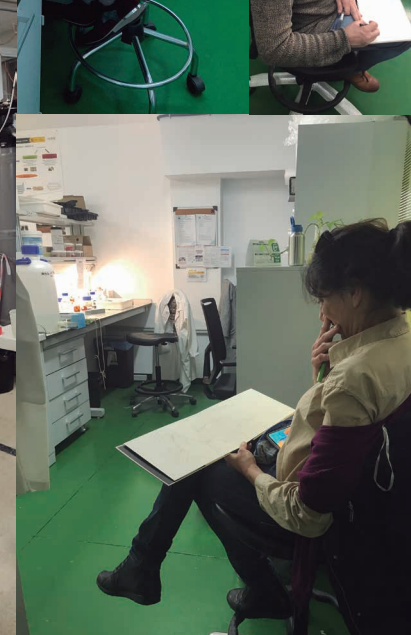
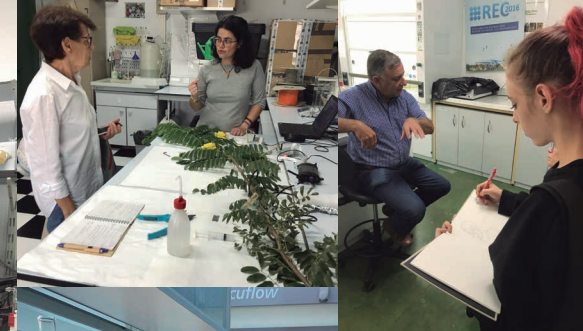
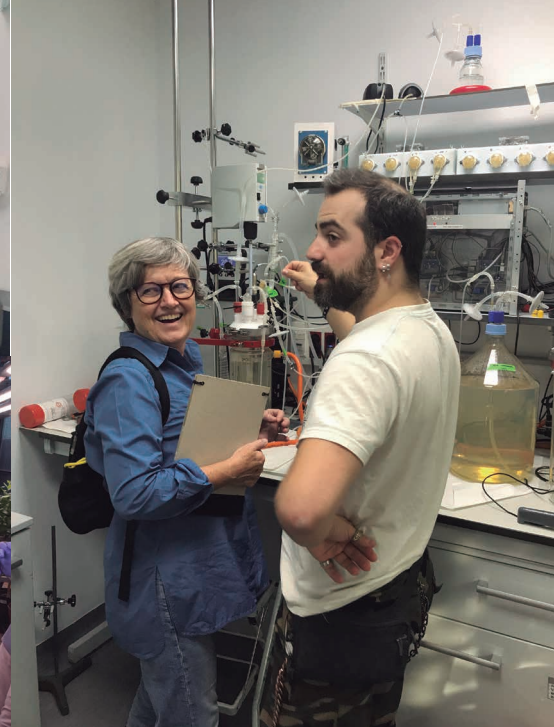




FINCA
EXPERIMENTAL
LA HANPA
CORIA DEL RIO

CSIC

NUESTRA
COMPAÑERA
EDUVÁQUEZ
DIBUTANDO
CAGUIS





Los dibujantes

Marisol Abad Cantero (pags. 40, 46, 71)

Víctor G. Aguilar Escobar (pag. 88)

Claudia Aguilar Valero (pag. 89 inf.)

Alberto de Burgos Martínez (pag. 82-83)

Paloma del Cerro Fernández (pag. 41 inf.)

Joaquín Domínguez Ordóñez (pags. 11, 41 sup., 55 inf., 60, 66, 93)

Inmaculada Delgado Méndez (pags. 36, 39, 45, 49, 67, 68 der., 70)

Antonio Escalante Moreno (pags. 20 inf., 86 der.)

Jennifer Fricker (pags. 80 izq., 81)

Marie-Aude Gasquet (pags. 12 inf., 32 inf., 61, 84)

Francisco Javier Guerrero Vega (pags. 32, 82)

Inmaculada Lazo Blanco (pags. 22, 30, 65, 77)

José María Lerdo de Tejada Pérez (pag. 43)

Rafael Llácer Pantióon (pags. 15 der., 44)

Manuel Martín López González (pags. 27, 42)

Maribel Melara Méndez (pags. 9, 17, 18, 19, 23 der., 28, 29, 37, 50, 62, 74, 79, 85, 90 inf.)

Nerea Monge Rodríguez (pags. 33, 75)

Ana María Monsalve González (pags. 21, 31, 78)

Margarita Narváez Pérez (pags. 10, 20 sup. 53, 54, 58)

Miguel Ángel Rogerio Candelera (pags. 68 izq., 69)

Bernardino Julio Sañudo Franquelo (pags. 13 der., 15 izq., 16, 23 izq., 26, 32 sup., 55 sup.)

Inmaculada Serrano González-Quijano (pags. 35, 87, 89 sup., 91)

Patricia Siljestrom Ribed (pags. 25, 73, 76 der.)

Carlos Tovar Castellanos (pags. 13 izq., 12 sup.)


Victoria Troncoso Rodríguez (pags. 38, 51, 59, 64, 86 izq.)

Nicolás Vázquez Velasco (pag. 92)

Edu Vázquez Iglesias (pags. 14, 47)

Francisco Vázquez Uriarte (pags. 56, 76 izq.)

Luz Vega Zabala (pags. 6, 48, 52, 57, 63, 72, 80 der., 90 sup.)



El proyecto Dibujando la Ciencia (FCT-21-16630), concedido por Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT) en 2022, tiene como objetivo dar a conocer la Ciencia y la actividad investigadora del Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS), a través de la frescura de las ilustraciones de dibujantes aficionados y Urban Sketchers, que aportan un carácter informal y divertido pero riguroso, mediante el poder del ideograma: una imagen vale más que mil palabras. Este proyecto, coordinado por IRNAS-CSIC y en el que participan el Museo Casa de la Ciencia-CSIC, ETSIE y ETSA (Universidad de Sevilla) y AMAYA (Junta de Andalucía), fomenta la sinergia que existe entre la ciencia y el arte, para darle a la investigación que se realiza en el IRNAS una dimensión estética y simplificadora que favorece la divulgación.

