

LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES: EL PAPEL DEL IRNAS

José Enrique Fernández
Director del IRNAS

RESUMEN

En el presente artículo se aborda la problemática de la seguridad alimentaria en España, así como la preservación de los Recursos naturales en este país. Y ello se hace a través de las distintas actividades y grupos de investigación del Instituto de Recursos naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS). A través de sus departamentos y grupos de investigación este centro aborda lo relativo a las siguientes áreas: a) Agroquímica, Microbiología ambiental y Protección de suelos y agua. b) Biogeoquímica, Ecología vegetal y Microbiana, así como c) Agrobiotecnología, Química, vegetal y Biodiversidad. También se hace referencia en el texto a la Estación experimental de este instituto, generador de investigaciones y de conocimiento sobre el uso de los recursos suelo-agua-planta-atmósfera, con el fin de lograr una agricultura sostenible en zonas áridas y semiáridas de nuestro país.

1. ALIMENTOS Y RECURSOS NATURALES: NATURALEZA Y OBJETIVOS DEL IRNAS

El Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS) es un centro de investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Se creó en 1952 como una Unidad Asociada del Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal de Madrid, pasando a ser, en noviembre de 1953, el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto. En 1986 cambió su nombre a Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, y estableció su sede en el n.º 10 de la Avenida de la Reina Mercedes de la capital hispalense.



En la actualidad el IRNAS está compuesto por unas 150 personas, de las cuales 35 son investigadores de plantilla. Sus 14 grupos de investigación se agrupan en 3 departamentos, que en total reúnen, además, 13 servicios científico-técnicos. Los detalles se pueden ver en <https://www.iras.csic.es/>.

Los *Departamentos y Grupos de investigación* del IRNAS son los siguientes:

Agroquímica, Microbiología Ambiental y Protección de Suelo y Agua
Microbiología Ambiental y Patrimonio Cultural (MAPC)
Agroquímica Ambiental (AGROCHEM)
Biorremediación y Biodisponibilidad (BIOREM)
Control de la Contaminación en Suelos y Aguas (CONSOWAT)

Biogeoquímica, Ecología Vegetal y Microbiana

Sistemas Forestales Mediterráneos (SIFOMED)

Materia Orgánica en Suelos y Sedimentos (MOSS)

Diversidad Microbiana y Microbiología en Ambientes Extremos (DIVEX)

Geomicrobiología y Biogeoquímica (BIOGEOCOM)

Uso Sostenible del Sistema Suelo-Planta (SOILPLANT)

Agrobiotecnología, Química Vegetal y Biodiversidad

Biotecnología de Semillas (SEMBIO)

Biomasa Vegetal – Aprovechamiento y Valorización (BIOVALOR)

Regulación Iónica e Hídrica en Plantas (RIH)

Laboratorio de Biodiversidad y Funcionamiento Ecosistémico. (BIOFUNLAB)

Riego y Ecofisiología de Cultivos (REC)



Los *servicios generales* los componen la Gerencia y Administración, Biblioteca y los servicios de Informática y Mantenimiento. Los 13 *servicios científico-técnicos* son los siguientes:

Asistencia técnica y servicio de análisis*

Biodegradabilidad y ecotoxicidad de contaminantes en suelos, lodos y aguas

Detección y función de microorganismos y sus moléculas*

Ecofisiología vegetal*

Estación Experimental La Hampa

Invernadero y cámaras de cultivo

Laboratorio de isótopos estables*

Microbiología del Patrimonio Cultural

Cromatografía líquida

Servicio de análisis térmicos

Servicios TIC Horizontales

Unidad de biotecnología de cultivos vegetales*

Microscopía

* Estos servicios tienen prestaciones certificadas según la norma ISO 9001:2015

La *Estación Experimental La Hampa* cuenta con una finca de 40 ha en Coria del Río, a 25 km del IRNAS, donde se dispone de parcelas de secano y regadío para la investigación con cultivos herbáceos, y de una plantación de 7 ha con especies de cultivos leñosos habituales en la zona, preparadas para la aplicación de diseños experimentales complejos, con más de 100 sectores con fertirrigación independiente controlada por ordenador, sistema WIFI para la captación de datos de sensores y activación de mecanismos de control, estaciones agrometeorológicas, talleres, laboratorios y otras facilidades de apoyo a la investigación.



En el servicio *Asistencia técnica y servicio de análisis* se analizan numerosas variables en muestras de suelo, agua y plantas, no solo para centros del CSIC y universidades, sino también para agricultores y empresas del sector.

Contamos, además, con una *Unidad de Divulgación* destinada a la comunicación y difusión de las actividades, investigaciones, proyectos y logros del IRNAS, encargada de fomentar nuestra interacción con la Sociedad, incluidos centros educativos, administrativos y medioambientales.

Nuestra *Cultura Organizativa* defiende valores de ética académica y laboral, y promueve el respeto entre trabajadores, la toma de decisiones consensuadas por comisiones paritarias y la transparencia en todos los aspectos de nuestro trabajo, en un entorno laboral que minimiza cualquier riesgo psicosocial. Contamos, para ello, con una Comisión de Conciliación y un Grupo de Trabajo de Evaluación Psicosocial, además de la labor Continuada de nuestra asignada de PRL y un Manual de Buenas Prácticas para Evitar Riesgos Psicosociales en el IRNAS.



Manual de Buenas Prácticas
para evitar Riesgos Psicosociales
en el IRNAS



Diciembre 2018

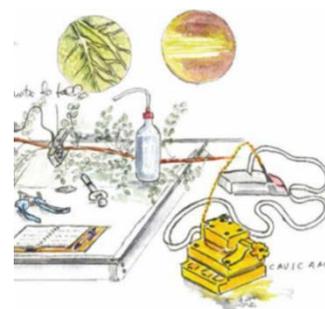
2.ACTIVIDADES BÁSICAS DEL IRNAS

En el IRNAS generamos conocimiento sobre el uso de los recursos suelo-agua-planta-atmósfera, para lograr una agricultura sostenible en zonas áridas y semiáridas, así como la preservación y mejora del bosque mediterráneo y de otros ecosistemas de reconocida biodiversidad del sur de la Península Ibérica.

Sobre el suelo, trabajamos en las dinámicas de C y N, conservación de la materia orgánica, uso de enmiendas, técnicas de laboreo reducido, dinámica de agroquímicos y recuperación de suelos degradados y contaminados.

Con respecto al agua, evitamos la contaminación del agua subterránea por prácticas agrícolas, recuperamos aguas contaminadas y mejoramos la eficiencia del uso del agua en agricultura mediante mejoras en el riego.

Con las plantas modelo y los cultivos, trabajamos en el estudio de los mecanismos moleculares, fisiológicos y ecofisiológicos implicados en la nutrición vegetal y en las respuestas a condiciones adversas tales como la falta de agua y el exceso de sal y de temperatura; analizamos el papel de diferentes elementos en la fisiología y metabolismo de las plantas; investigamos nuevas prácticas de cultivo para mejorar el rendimiento agronómico; y exploramos aplicaciones biotecnológicas para el aprovechamiento de los restos de cultivos y residuos agroforestales para la producción de celulosa y elaboración de biomateriales, biocombustibles y productos de alto valor añadido.



Con respecto al bosque, trabajamos en la caracterización, evolución y conservación del ecosistema forestal, incluida la microbiota del suelo.

En cuanto a la atmósfera, trabajamos en el impacto del cambio climático sobre la evolución de cultivos y masas forestales.



Con relación a los microorganismos, trabajamos en su identificación y dinámica en suelos, ambientes subterráneos (cuevas, minas, catacumbas...) y ambientes extremos. Nuestra investigación se extiende al uso de microorganismos para diversas aplicaciones, incluida la biorrecuperación de

distintas matrices (suelos, aguas, lodos), la exploración del espacio exterior, la prospección de nuevos compuestos con propiedades antimicrobianas, nuevos biocatalizadores (enzimas) y la conservación de monumentos, pinturas rupestres y otros elementos del patrimonio.

3. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las Líneas de investigación que actualmente tiene el IRNAS son las siguientes:

- *Materia orgánica en suelos y sedimentos; producción y uso de compost, biocarbones y otros residuos orgánicos de interés agronómico.*
Grupos: SOILPLANT, MOSS, BIOGEOCOM, AGROCHEM
- *Biodiversidad del suelo y su papel en el secuestro de carbono y la funcionalidad y persistencia de ecosistemas naturales, agrícolas y urbanos*
Grupos: SOILPLANT, BIOREM, BIOFUNLAB, DIVEX
- *Microorganismos en suelos, plantas, monumentos y ambientes extremos: implicaciones en biorremediación, biotecnología, astrobiología y conservación de monumentos*
Grupos: BIOGEOCOM, DIVEX, MAPC, BIOREM, BIOFUNLAB, SIFOMED, CONSOWAT
- *Laboreo reducido y su influencia sobre el suelo y el cultivo.*
Grupos: SOILPLANT
- *Reducción del impacto ambiental de agroquímicos y otros contaminantes orgánicos en suelos y lodos.*
Grupos: AGROCHEM, CONSOWAT, BIOREM
- *Calidad microbiológica y físico-química de aguas. Desarrollo de biorreactores, electrocoagulación, filtración, sistemas integrados de tratamientos.*
Grupos: CONSOWAT
- *Optimización del uso del agua en agricultura; modelos mecanísticos de transpiración y fotosíntesis; estrategias y programación del riego.*
Grupos: REC, SOILPLANT, RIH
- *Obtención de plantas tolerantes a estreses abióticos, fitorremediación y técnicas de plasma para potenciar la germinación de semillas.*
Grupos: SEMBIO, RIH, SOILPLANT
- *Regulación Iónica, hídrica y nutrición Vegetal.*
Grupos: RIH, LEM
- *Sostenibilidad de sistemas agroforestales y restauración de ecosistemas naturales.*
Grupos: BIOFUNLAB, SIFOMED
- *Aprovechamiento y valorización de la biomasa vegetal en el contexto de la Bioeconomía*
Grupos: BIOVALOR, MOSS

4. DIMENSIÓN Y APORTACIÓN SOCIAL DEL INSTITUTO

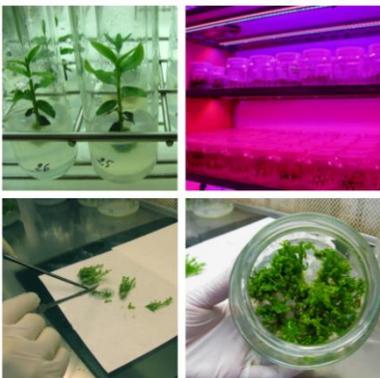
La investigación del IRNAS es fundamental para afrontar los retos siguientes, que plantean la explotación y preservación del sistema suelo-agua-planta-atmósfera en un contexto de aumento de la población y cambio climático:

- Garantizar la producción de suficiente alimento, fibra y biocombustible para la creciente población del planeta, a pesar de la previsible disminución de las lluvias y el aumento de la demanda atmosférica.
- Conservar la masa forestal y la calidad del suelo y de las aguas subterráneas, y recuperar suelos y aguas degradados por la actividad humana.
- Contribuir a la bioeconomía circular a través del reciclado de residuos orgánicos e inorgánicos. Concienciar a la población y apoyar a las empresas en estrategias de reducción y reciclaje de residuos en un contexto de cambio climático.
- Aplicar técnicas y aproximaciones que sean compatibles con las nuevas políticas y directrices europeas para la producción de alimento y la conservación del medio.
- Realizar diagnosis y establecer pautas de gestión para la conservación del Patrimonio Cultural.

Generamos no solo contribuciones científicas de calidad, sino también modelos de simulación, sistemas de apoyo a la toma de decisiones, prácticas de gestión de sistemas agrarios y forestales, nuevas variedades vegetales y aplicaciones biotecnológicas, entre otros avances, con el objetivo de alcanzar la máxima productividad en las actividades agrícolas y forestales a la par que se reducen los impactos ambientales negativos y se fomenta una bioeconomía eficaz y sostenible. También se proveen servicios científico-técnicos a otros grupos de investigación, organismos públicos y empresas, y se realizan informes que dan soporte a la toma de decisión de cuerpos de seguridad como el Seprona, juzgados, agencias medioambientales, etc.

5. NECESIDAD SOCIOECONÓMICA Y CIENTÍFICA DE UN CENTRO COMO EL IRNAS

En el contexto actual, de una población en aumento y de escenarios de cambio climático perjudiciales para la agricultura, surge la pregunta de si seremos capaces de *producir alimento, fibra y biocombustible suficientes para todos*. Esto implica proveer de estos elementos necesarios para su supervivencia a una población que aumentará en 3.000 millones de personas en los próximos 30 años, periodo en el que se espera que la lluvia disminuya y la evapotranspiración aumente en muchas zonas de producción agrícola.

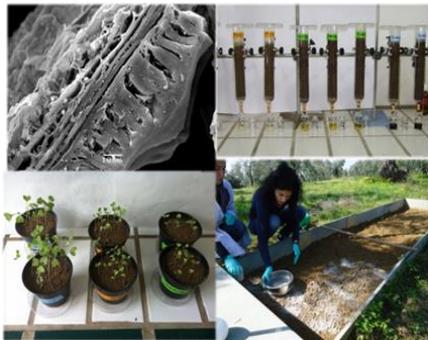


Pues bien, uno de los objetivos del IRNAS es contribuir al desarrollo de nuevos tipos de agricultura que sean capaces de aumentar la productividad del suelo, del agua, de la energía, y de otros insumos, para lograr la seguridad alimentaria sin necesidad de aumentar la superficie cultivada y preservando los recursos naturales. Así, en el IRNAS trabajamos en técnicas necesarias para la *Agricultura Intensiva Sostenible*, un tipo de agricultura que permite un beneficio justo para el agricultor aumenta la productividad, mejora la biodiversidad y el paisaje y favorece las condiciones socioeconómicas del entorno rural.

Nuestros estudios suponen avances en el *mantenimiento del suelo*, aumento de su materia orgánica, mejora de las técnicas de laboreo, reducción de la contaminación por agroquímicos tanto del suelo como del agua que almacena, reducción de la erosión y recuperación de suelos contaminados.



Dan lugar, además, a métodos productivos que suponen notables ahorros de agua y de energía, frente a las prácticas de cultivo convencionales. Entre ellos destacan varias técnicas para que el *riego de precisión* y la *digitalización de la agricultura* sean opciones cada vez más viables en fincas comerciales, y para la obtención de variedades tolerantes a la sequía y a la salinidad.



Contribuimos también a *reducir los efectos perjudiciales asociados al empleo de pesticidas sintéticos*, en atención al objetivo del Pacto Verde Europeo, que contempla disminuir el uso de pesticidas químicos y sus riesgos en un 50% para 2030. Este objetivo viene demandando el desarrollo de productos naturales (*biopesticidas*) que puedan sustituir a los pesticidas químicos y resulten alternativas fitosanitarias respetuosas con el medio ambiente. Por otro lado, la reducción de los efectos perjudiciales de los pesticidas en el entorno del suelo requiere una comprensión de los procesos y factores que determinan su comportamiento en el ambiente. Ambas líneas de investigación se están llevando a cabo en el IRNAS, con una gran repercusión para la Sociedad.

Todo ello casa no solo con la necesidad de garantizar la *seguridad alimentaria* a la par que se preserve el medioambiente, sino que permite la adopción, por parte de los agricultores, de técnicas de cultivo compatibles con las recomendaciones y exigencias de la Unión Europea y de otros organismos internacionales, como la FAO. Los avances del IRNAS conducen, además, a la mejora de la conectividad de zonas rurales, a la formación de sus habitantes y a proveerles de nuevas oportunidades de negocio, de manera que contribuimos a *evitar el abandono de zonas rurales por parte de la población*, paliando así el efecto de la España Vacía.

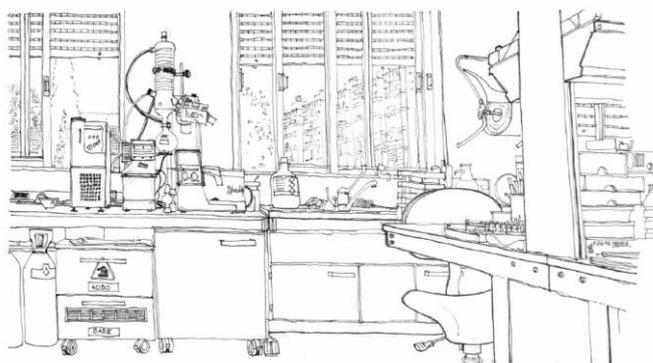


Pero no solo nos fijamos en las plantas cultivadas. Trabajamos también para *asegurar la viabilidad y persistencia de poblaciones de especies arbóreas mediterráneas de gran importancia* ecológica y económica, como el alcornoque o el acebuche, evaluando el posible impacto que sobre ellas tendrá el cambio climático y la invasión de especies exóticas y de diferentes patógenos. Esto incluye el papel de esas y otras especies leñosas en los ciclos biogeoquímicos de C, N, P y S en sistemas forestales mediterráneos. Para ello realizamos un uso intensivo de *técnicas avanzadas de modelización* y de simulación de los efectos de distintos escenarios climáticos y de manejo en las especies arbóreas de interés, tanto a escala local como regional.

Otro aspecto en el que las investigaciones del IRNAS tienen un impacto significativo en diversos sectores de la industria rural es el tratamiento de los residuos. Nuestros estudios *valorizan los residuos de la actividad agrícola*, que son materiales lignocelulósicos infrautilizados. A través de biorrefinerías lignocelulósicas, extraemos de estos desechos componentes valiosos como celulosa, hemicelulosas y lignina, permitiendo la *producción de biocombustibles, biomateriales y productos de alto valor añadido* que actualmente se obtienen de combustibles fósiles. Estas investigaciones se alinean con los objetivos

de descarbonización de la Unión Europea y contribuyen a reducir nuestra dependencia de importaciones de combustibles fósiles, fomentando la creación de una industria basada en la biomasa que revitalizará las economías rurales.

La conversión de residuos agrícolas en biocombustibles y biomateriales no solo mitiga la quema de los desechos agrícolas, beneficiando la salud pública al minimizar los riesgos asociados con la contaminación, sino que contribuye también a *la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero*. En última instancia, considerando la fuerte dependencia del sector del transporte de los combustibles fósiles, la producción de biocombustibles derivados de residuos agrícolas respalda los objetivos de la Unión Europea de alcanzar un 32% de combustibles de transporte renovables para 2030.



Tampoco nos olvidamos de los microorganismos, ya que su papel es crítico para la supervivencia y el desarrollo de nuestra Sociedad en un marco de progreso sostenible. En el IRNAS estudiamos la función, diversidad y aplicaciones de los microorganismos en una variedad de ambientes, con objeto de dar respuesta a las necesidades de mejora en la *productividad de suelos*, la obtención de nuevas *soluciones biotecnológicas* y el diseño de estrategias de *gestión de contaminantes* y mantenimiento del medio natural.



Exploramos, para ello, las complejas interacciones entre microorganismos y minerales, con aplicaciones prácticas que benefician a la Sociedad, mediante el desarrollo de *estrategias de biorremediación* y la *optimización de procesos industriales* (formación y extracción de depósitos minerales, lo cual tiene implicaciones directas en la industria minera), y con nuestra contribución a la *exploración del espacio*, mediante el desarrollo de estrategias para la búsqueda de vida microbiana en otros planetas, que podrían ser fundamentales en futuras misiones espaciales. Nuestras investigaciones, además, permiten diseñar nuevas políticas de *protección de recursos subterráneos* únicos mediante la reconstrucción de cambios ambientales y el impacto antropogénico (agricultura, desechos humanos y visitas a cuevas) en paisajes volcánicos.

Tenemos en cuenta, por otro lado, que la polución de suelos y aguas por contaminantes orgánicos provenientes de la agricultura, la industria, los efluentes de aguas residuales y las actividades urbanas, es actualmente motivo de preocupación en todo el mundo. Para atender a este problema, en el IRNAS estudiamos distintas matrices contaminadas para aislar de ellas determinados microorganismos que están adaptados a degradar dichos contaminantes, y que son empleados posteriormente para conseguir la *biorrecuperación de aguas y suelos*.



Finalmente, consideramos la amenaza que sufre el *Patrimonio Cultural* por las actividades antrópicas que favorecen la proliferación de microorganismos y conducen a su biodeterioro, tal que en el IRNAS estudiamos el microbioma de monumentos y enclaves subterráneos y elaboramos informes para su conservación, siendo sus principales beneficiarios las Consejerías de Cultura de las Comunidades Autónomas, museos, fundaciones y ayuntamientos.

Agradecimientos: Las fotografías que se muestran en este artículo han sido cedidas por investigadores y técnicos del IRNAS. Los dibujos corresponden a la obra gráfica generada en el proyecto "Dibujando la Ciencia" (FCT-21-16630), en el que se da a conocer la actividad investigadora del IRNAS a través de dibujos de aficionados y profesionales, en su mayoría pertenecientes al colectivo Urban Sketcher Sevilla, quedando recogida en el libro http://libros.csic.es/product_info.php?products_id=1737&PHPSESSID=d99f7168026289189d463f03934081a5 (acceso abierto).