

Ciencias agrarias

Antonio Cerdá Cerdá

Arbor CLXVI, 653 (Mayo 2000), 51-66 pp.

La actividad investigadora en el área de Ciencias Agrarias compatibiliza y complementa la investigación básica con la aplicada en los aspectos relacionados con el suelo, el agua, la mejora vegetal y ganadera, los estreses bióticos y abióticos, los organismos fijadores de nitrógeno atmosférico, la fotosíntesis, etc. Los inicios de la actividad investigadora en este campo, la importancia en la actualidad, el potencial científico, el número y ubicación de los Institutos que la practican y las principales líneas de investigación del área se describen en esta publicación. Finalmente, se hace una reflexión acerca del papel de las Ciencias Agrarias en el futuro, basándose en que el sector primario tiene que seguir alimentando a la humanidad. La investigación agraria en el próximo milenio tendrá que desarrollar sistemas productivos que mejoren el manejo del suelo, agua y medio ambiente. Incidencia especial en todo lo referente a la transformación genética, a la protección vegetal, etc. En definitiva, desarrollar variedades de plantas que presente caracteres deseables en un concepto de agricultura sostenible.

1. Definición

El área de Ciencias Agrarias contempla una actividad investigadora caracterizada por ser integral y mayoritariamente finalista, desde la célula hasta las agrupaciones mayores, de todos los factores que afectan a la producción de las plantas de materia prima vegetal tanto para uso alimentario como no alimentario, manteniendo la calidad de los recursos naturales y la sostenibilidad del sistema. Esta actividad compatibiliza y complementa la investigación básica con la aplicada en los aspectos relacionados con el suelo, el agua, la mejora vegetal y

ganadera, los estreses bióticos y abióticos, los organismos fijadores de nitrógeno atmosférico, la fotosíntesis, etc. Soporte de esta investigación son los conocimientos generados en disciplinas tales como la bioquímica, la fisiología, la biología molecular y celular, la genética, la microbiología, la edafología, hidrología, selvicultura, entre otras.

2. Antecedentes

El Área de Ciencias Agrarias como tal no existió hasta 1977. El origen de la actividad investigadora en el campo de Ciencias Agrarias en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas hay que situarlo en la actividad del Patronato Alonso Herrera que coordinaba la investigación en el campo de las Ciencias Agrícolas y de la Biología Vegetal y dentro del mismo, más concretamente en el Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal de Madrid (actual Centro de Ciencias Medioambientales), inaugurado por la máxima autoridad de la época en 1947. Este Centro, es el que orientaba y coordinaba la investigación en las secciones de Edafología localizadas en diferentes ciudades de nuestra geografía tales como Granada, Sevilla, Santiago de Compostela, Salamanca, La Laguna y Murcia. Posteriormente todas estas secciones se fueron convirtiendo paulatinamente en Centros, todos ellos con nombres muy similares tales como Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (en Murcia), de Tenerife, del Cuarto (en Sevilla), etc. En general, todos tenían en común que estaban dirigidos por insignes científicos, la mayoría de ellos catedráticos de Universidad, lo cual determinaba una estrecha colaboración con las correspondientes Universidades.

Prácticamente todos estos Centros presentaban una clara vocación agraria y al estar localizados en provincias, su fructífera y compleja actividad investigadora, que era principalmente aplicada y de desarrollo, se proyectaba de modo principal por las regiones y comarcas de las provincias donde los Centros estaban ubicados. El Patronato «Alonso Herrera» tuvo un protagonismo fundamental en la transferencia de los resultados de la investigación hacia los medios más directamente interesados y beneficiados. Para ello en los mismos edificios donde estaban ubicados los Centros y al amparo científico de estos, se crearon los Institutos y Departamentos de Orientación y Asistencia Técnica merced a la estrecha colaboración con las autoridades provinciales, Diputaciones, Cajas de Ahorro, Cámaras Oficiales Sindicales Agrarias

y Hermandades de Labradores y Ganaderos que en definitiva eran los beneficiarios directos de los resultados de la investigación.

Las aportaciones de las investigaciones realizadas en estos Centros al desarrollo económico y al progreso científico del país fueron sin duda de un alto valor. Esta actividad supuso una contribución al estudio de los problemas más importantes en el Campo de las Ciencias Naturales y Agrarias y al mismo tiempo un impulso de la investigación básica y aplicada en aquellas direcciones de mayor incidencia en los factores económicos y sociales del país. Probablemente uno de los ejemplos más claros sean los estudios agrobiológicos provinciales que han estado en la base del uso sostenible de los recursos para la agricultura e hicieron posible la confección del Mapa de Suelos de España. Los resultados de toda la actividad investigadora a lo largo de este período inicial en el campo de las Ciencias Agrarias han quedado recogidos mayoritariamente en la revista de Anales de Edafología y Agrobiología.

Esta labor investigadora contemplada con los parámetros actuales, tenía las limitaciones de que los resultados de investigación mayoritariamente no se publicaban en revistas internacionales y que los grupos de investigación tenían muy poca relación con grupos similares de otros países. Sin embargo, aun considerando estas carencias, toda esa labor pionera tenía una estrecha conexión con las demandas de la sociedad e hizo posible un amplio conocimiento del medio natural y agrario, creando simultáneamente las bases de una sólida infraestructura científica territorial, hoy plenamente integrada en el sistema europeo de ciencia y tecnología. La penetración de las aportaciones de I+D en el sector agrario han sido fundamentales en las dos últimas décadas en aspectos claves de la producción (mejores y más racionales prácticas de fertilización, un uso más eficaz del recurso agua, un uso en la protección vegetal de productos menos agresivos con el medio, introducción de nuevas variedades más productivas, etc.) lo que ha supuesto una notable contribución al desarrollo del sector.

A lo largo de todos estos años, el dinamismo de la actividad científica en el Área de Ciencias Agrarias en el CSIC le ha llevado a asumir el peso fundamental de la investigación agraria en España, principalmente desde que el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, dependiente del Ministerio de Agricultura, fuera transferido a las distintas Comunidades Autónomas. En este periodo, los Centros de Agrarias han ido incorporando grupos más básicos a sus equipos de investigación con una orientación finalista y han evolucionado en sus temáticas de investigación orientadas a las prioridades de los planes nacionales, autonómicos y de la CEE.

3. Presente de la investigación agraria en el CSIC

La importancia de la actividad investigadora en el *Área de Ciencias Agrarias* queda reflejada por la incidencia que la agricultura tiene en la estructura económica española, alrededor del 4 % del *PIB*, siendo desde décadas pasadas uno de sus tradicionales signos de identidad. Si esta cifra de por sí ya es importante, aún lo es más la *función social* que la actividad agraria desarrolla, alrededor del 9 % de la población española ocupada, 1.300.000 personas, lo están en el sector agrario. Otro aspecto que destacar de la producción agraria española es la *fuerza de divisas* que supone. En épocas pasadas era casi la única y en la actualidad la exportación de productos hortofrutícolas en fresco y manipulados de las regiones con una agricultura moderna e intensiva supone también un importante ingreso, pues representa el 32 % de todas las exportaciones de bienes de consumo.

La actividad investigadora en agricultura no es tan espectacular como en otras áreas. Sin duda, las aportaciones de I+D de los diferentes Grupos de investigación durante todos estos años han contribuido de una manera notable al progreso, a la modernización y a la competitividad del sector. La constante y rápida evolución del mismo en muchos de los países de nuestro entorno y dentro del proceso de globalización pone de manifiesto que en la actualidad la mayor parte de nuestro sector primario tiene un grave problema en su estructura productiva al existir una elevada atomización de sus empresas. Esto supone una dificultad adicional para invertir en investigación, desarrollo y tecnología, dada las insuficiencias propias de las PYMES en esta Área. A pesar de esta escasa preparación empresarial del sector agrario, la creciente financiación de proyectos por el propio sector, denota una fuerte demanda y necesidad de I+D, así como una buena conexión entre los investigadores y el sector y por lo tanto la necesidad de transferencia de resultados. El número de contratos y convenios con empresas fue de 92 en el año 1994, 72 en 1995, 68 en 1996, 63 en 1997 y 64 en 1998. El importe de los contratos con empresas fueron 159 millones en el año 1994, 202 en 1995, 198 en 1996, 227 en 1997 y 221 en 1998.

La investigación en Ciencias Agrarias en el CSIC está enmarcada en las líneas prioritarias del Programa de Ciencias Agrarias del Plan Nacional, de los Programas Marco de la Unión Europea y en las necesidades de las Comunidades Autónomas donde está ubicados los diferentes Centros. Un resumen del número de proyectos financiados durante el último quinquenio por la CICYT, UE, INIA o Comunidades

Autónomas nos puede ilustrar acerca del potencial de captación de recursos y la fuente de los mismos por parte del Área. En el año 1994 los proyectos financiados fueron 257, 321 en 1995, 309 en 1996, 330 en 1997 y 293 en 1998. El número de proyectos conseguidos por los diferentes Centros del Área depende principalmente del tamaño de los Centros aunque la cantidad conseguida por investigador y año es muy similar entre ellos y la media oscila entorno a los 3.7 millones. En lo que respecta al origen de la financiación alrededor de un 50% de los recursos provienen de los Fondos Nacionales, un 27 % de los Fondos Europeos y un 18% de contratos y convenios con Empresas.

4. Potencial científico

En total, el Área de Ciencias Agrarias del CSIC a fecha 31 de Diciembre de 1998 cuenta con 34 Profesores de Investigación, 58 investigadores científicos, 138 Científicos Titulares, 62 investigadores contratados de reincorporación del CSIC y MEC, 56 becarios postdoctorales, la mayoría en el extranjero y 208 becarios predoctorales con becas de diferente procedencia. Además cuenta con 71 Titulados Superiores y Técnicos y 450 correspondientes a personal de apoyo en sus diversas categorías. Del personal científico, alrededor de un 10 % pertenecen a la subárea de ganadería, mientras el % correspondiente al resto de personal es menor.

Este potencial humano lleva a cabo su labor investigadora, formando varios grupos. En la actualidad, el número de grupos de investigación identificados en el Área son alrededor de 90, de los cuales 36 se pueden considerar de carácter más básico y 54 que realizan una investigación mas aplicada, aunque, como es frecuente, no hay una diferenciación clara entre ambos tipos de investigación. Respecto al tamaño de los 90 Grupos de investigación del Área en cuanto al personal científico que los componen (PI, IC, CT) quedan distribuidos de la siguiente forma: 24 Grupos de 1 solo científico, 31 de 2, 24 de 3, 5 de 4, 4 de 5, 1 de 6 y 1 de 7. En este Área, en cada Centro hay grupos que desarrollan una investigación preferentemente básica pero con un objetivo finalista lo que hace que estén en colaboración con grupos en los que su investigación es mas bien de carácter aplicado.

En la actualidad, la actividad científica en el Área de Ciencias Agrarias está caracterizada por la existencia de una investigación contrastada tanto en cantidad como en calidad. Si se evalúa la cantidad por el número de publicaciones, teniendo en cuenta las memorias del

CSIC del último quinquenio, solo en las revistas recogidas en el Science Citation Index fueron 349 en el año 1994, 320 en 1995, 318 en 1996, 292 en 1997 y 328 en 1998. Aparte hay también publicaciones de libros, monografías y en revistas de divulgación o no recogidas en el SCI. Si, por otra parte, la calidad de la producción científica en el Área de Agrarias se puede identificar por la competitividad en las publicaciones científicas internacionales, cabe señalar que en un análisis referido al último quinquenio elaborado por el prestigioso Instituto de Información Científica de Filadelfia (ISI) el impacto relativo de las contribuciones científicas españolas en Ciencias agrarias está próximo a la media mundial y ocupa la cuarta posición de las veintiuna disciplinas consideradas para España. Según este Instituto la producción científica española durante el periodo 1993-97 fue el 2.37 % de todos los trabajos publicados en revistas recogidas en el SCI. El número total de estudios firmados por investigadores españoles asciende a 77.154. Pues bien, el 3.72 % de estas publicaciones corresponden a temas relacionados con la Agricultura, siendo esta disciplina la segunda en cantidad de las veintiuna en que divide a la producción científica española. Del total de publicaciones en Agricultura más del 50 % han sido firmadas por investigadores del CSIC. Otra característica que resaltar de la investigación realizada en esta Área es su notable capacidad de formación medida por la lectura de tesis doctorales. Referido al último quinquenio, se leyeron 39 en el año 1994, 40 en 1995, 43 en 1996, 42 en 1997 y 46 en 1998.

5. Institutos que componen el área

Los Grupos de Investigación adscritos al Área de Ciencias Agrarias están distribuidos en 14 Centros, de los cuales 11 pertenecen al Área y los tres restantes a las áreas de Biología y Biomedicina, Tecnología de Alimentos y Ciencias y Tecnologías Químicas. Su distribución geográfica por Comunidades Autónomas es la siguiente:

Andalucía (4)

- Estación Experimental del Zaidín de Granada
- Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla
- Estación Experimental «La Mayora» de Málaga
- Instituto de Agricultura Sostenible de Córdoba

Aragón (1)

- Estación Experimental de «AULA DEI » en Zaragoza

Castilla-León (2)

- Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca
- Estación Agrícola Experimental de León

Galicia (2)

- Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia en Santiago Compostela
- Misión Biológica de Galicia en Pontevedra

Madrid (1)

- Centro de Ciencias Medioambientales de Madrid

Murcia (1)

— Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura de Murcia

Además de estos Centros propios del Área, hay 3 Departamentos de Agrarias que desarrollan su actividad en Centros de otras áreas, en Investigaciones Biológicas de Madrid, en el Instituto de Nutrición y Bromatología de Madrid y en el Instituto de Productos Naturales y Agrobiología de Tenerife. De los Centros propios del Área, seis están dedicados plenamente a la investigación de temas relacionados con la producción agraria y ganadera, y los restantes son de carácter pluritemático, pues aunque mayoritariamente desarrollan la actividad investigadora en el Área de Ciencias Agrarias, también cultivan aspectos encuadrados en las áreas de Recursos Naturales y Tecnología de Alimentos. La mayoría de estos Centros están dotados de fincas experimentales propias donde se llevan a cabo la mayor parte de los proyectos de investigación, donde están las parcelas de demostración a los agricultores o ubicados los bancos de germoplasma de diferentes especies, que en el caso de algunos cultivos son únicos o los más importantes de España.

6. Líneas de investigación del área

Las principales líneas de investigación desarrolladas en los diferentes Centros incluyen la utilización de los recursos naturales para

mantener e incrementar la competitividad de la producción agrícola, forestal y ganadera, mediante un uso compatible con el desarrollo sostenible del agro y del bosque, en definitiva bajo un enfoque de desarrollo rural integrado. Las líneas de investigación específicas de las diferentes disciplinas y en algunas de ellas las distintas subdisciplinas en que se divide la actividad investigadora se detallan a continuación:

Suelos:

- Cartografía de suelos.
- Contaminación por metales pesados, plaguicidas, residuos urbanos, etc..
- Control de contaminantes de origen agrario, industrial y urbano
- Reciclado y reutilización de residuos sólidos urbanos para la conservación de suelos.
- Control de los procesos de erosión y desertificación y rehabilitación de la cubierta vegetal.
- Impacto de cambio global. Desertificación de suelos e inventario de recursos rurales.
- Fijación y movilización biológica de nutrientes en sistemas agroforestales.
- Mecanismos moleculares implicados en la incompatibilidad de las plantas a la micorrización.
- Ecofisiología, bioquímica y biología molecular de micorrizas y rizobacterias.
- Uso de microorganismos modificados genéticamente como biofertilizantes.
- Biodegradación de tóxicos orgánicos. Biopesticidas. Ecología Microbiana.
- Dinámica de plaguicidas en suelos.

Agua-riego

- Transpiración y evaporación de la superficie del suelo.
- Necesidades hídricas de los cultivos.
- Programación de riegos.
- Fertirrigación.
- Riego subterráneo.
- Estrategias de riego deficitario.
- Desarrollo de modelos bidimensionales del riego superficial.
- Desarrollo de modelos informáticos para la toma de decisiones sobre modernización de regadíos.

- Métodos de laboreo para la conservación del agua del suelo.
- Gestión del agua en un modelo de agricultura sostenible.

Biología vegetal

Nutrición y fertilización

- Nutrición Vegetal.
- Desordenes nutricionales: Alteraciones metabólicas y su diagnóstico.
- Mecanismos fisiológicos y bioquímicos de macro y micronutrientes en plantas superiores.
- Metabolismo del nitrógeno.
- Esenciabilidad de elementos traza. Balance foliar de nutrientes.
- Diagnóstico bioquímico y metabolitos secundarios.

Estrés

- Bases bioquímicas y moleculares de la tolerancia de las plantas a estreses abióticos.
- Interacción salinidad-nutrición mineral.
- Efectos fisiológicos y bioquímicos de la salinidad en las plantas.
- Radicales libres y antioxidantes. Respuesta a metales pesados y salinidad.

Fijación simbiótica de nitrógeno

- Factores limitantes de la fijación biológica del N atmosférico.
- Interacción microbio-planta.
- Aspectos moleculares de la respuesta de las leguminosas a la interacción con rhizobium.
- Simbiosis fijadoras de nitrógeno atmosférico.
- Relaciones estructura función en la simbiosis rhizobium-leguminosa.

Fotosíntesis

- Ciclo fotosintético de asimilación de CO₂ y efecto de metales pesados y virus.
- Estructura/función del fotosistema II y sistemas afines.
- Fotosíntesis y metabolismo del carbono.

Biología molecular

- Biología celular y molecular del polen de especies de interés agronómico.
- Biología molecular de plantas. Tolerancia a hongos y salinidad.
- Obtención y análisis funcional de plantas transgénicas.
- Regulación de la homeostasis iónica en condiciones salinas.

Protección vegetal**Entomología**

- Biología, ecología y control integrado de plagas agrícolas.
- Transmisión de virus por insectos vectores.
- Interacción planta-insecto.
- Caracterización de compuestos aleloquímicos para el control de plagas.
- Biosíntesis de feromonas sexuales.

Fitopatología

- Nuevos métodos de diagnóstico molecular de hongos fitopatógenos en suelo y planta, su caracterización fenotípica y desarrollo de resistencias a ella.
- Interacciones entre nemátodos y hongos fitopatógenos.
- Control biológico e integrado de enfermedades fitopatógenas.
- Exoinductores abióticos de resistencias a enfermedades de las plagas.

Virosis

- Caracterización molecular y desarrollo de métodos de diagnóstico de virus de vegetales.
- Obtención de plantas transgénicas resistentes a virus.
- Etiología, epidemiología y control de virus.
- Mecanismos de transmisión de virus por pulgones.
- Biología de RNAs satélites y RNAs defectivos interferentes de virus de planta y su función reguladora.

Nematodos

- Obtención de variedades resistentes a nematodos.

- Epidemiología y control de nematodos.
- Caracterización molecular de la variabilidad genética de poblaciones de nematodos.

Malherbología

- Dinámica de poblaciones de malas hierbas.
- Interacción malas hierbas-cultivo.
- Agricultura de precisión: distribución espacial de malezas y su manejo.
- Uso de herbicidas respetuosos con el medio.

Mejora vegetal

- Obtención y evaluación agronómica de variedades de especies hortícolas y leñosas de mayor calidad adaptadas a diferentes condiciones ambientales y resistentes a plagas y enfermedades.
- Utilización y conservación de recursos fitogenéticos
- Caracterización genética mediante el uso de marcadores moleculares.
- Micropropagación de especies leñosas y hortícolas.

Ganadería

- Fisiología y bioquímica de la nutrición de rumiantes.
- Ganadería sostenida en agrosistemas áridos y semiáridos.
- Modelos de simulación de sistemas de producción animal.
- Epidemiología de procesos parasitarios de la ganadería extensiva.
- Valor nutritivo de pastos.

Forestal

- Revegetación en condiciones de estreses abióticos.
- Uso de micorrizas en repoblación forestal.
- Recuperación de áreas degradadas

7. Futuro de las ciencias agrarias en el CSIC

El Área de Ciencias Agrarias del CSIC en el futuro está llamada a tener un peso importante en el contexto de la actividad investigadora,

ya que tiene que dar soporte científico al sector primario. Este sector también en el próximo milenio tiene que seguir produciendo los alimentos y fibras necesarios para la humanidad. De acuerdo con las proyecciones y tendencias emanadas de distintos foros internacionales, este sector al menos en los países desarrollados, tiene que cambiar su enfoque meramente productivista hacia unos sistemas de producción de calidad que tienen que caracterizarse por ser respetuosos con el medio natural, por producir alimentos sabrosos, sanos y naturales y al mismo tiempo ser competitivos en el concepto de globalización. Pero al mismo tiempo, la actividad agraria del futuro deberá desarrollarse en condiciones adversas, por el creciente impacto medio ambiental de las actividades urbanas e industriales sobre el medio natural y rural, al tiempo que tendrá que minimizar su propio impacto específico.

Otra característica de la actividad agrícola de nuestro país en el futuro será que además tendrá que competir con productos similares procedentes de países menos desarrollados y con unos costes laborales más baratos. En el futuro, las ayudas procedentes de la Unión Europea tenderán a decrecer e incluso en algunos cultivos a desaparecer, tendrá que adaptarse a los posibles cambios en las demandas de los consumidores, así como una mayor exigencia de los mismos en aspectos que repercutan en la salud pública. Todo ello configura un contexto en el que prácticamente la única alternativa pasa por invertir en I+D, ya que la investigación científica es la verdadera propulsora del avance y futuro desarrollo. Esto permitirá innovar y aumentar nuestra tecnología, disminuir costes en un sistema de agricultura sostenible para poder seguir aumentando la capacidad competitiva de nuestro país.

La investigación agraria en el futuro tendrá que tener en cuenta en toda actividad agrícola, la creciente consideración de la sociedad en un respeto cada vez mayor del medio ambiente. Ello supone una especial incidencia en el desarrollo de sistemas productivos que mejoren el manejo del suelo, el agua y el medio ambiente. En definitiva que impidan la erosión y mantengan la capacidad productiva de los suelos, un aprovechamiento y conservación óptima del agua y una mejor calidad de vida.

El *agua* que es el principal recurso que ha ayudado a prosperar la rentabilidad de la agricultura, es motivo en la actualidad de un gran interés social y científico por mantener su calidad ligada a un uso racional y eficaz, lo que sin duda es un tema clave para el futuro de la humanidad. El agua en nuestra sociedad además de su función vital tiene también una importante función social ya que la agricultura utiliza más del 80 % del consumo total de agua y en España donde

la superficie de regadío representa sólo el 16 % de la superficie cultivada, ésta aporta el 55 % de la producción final agraria. La calidad del agua como se indicaba anteriormente es otro aspecto a conservar, ya que la progresiva salinización de los acuíferos como consecuencia de una sobreexplotación, la contaminación de los mismos por nutrientes, pesticidas, etc, provenientes de la actividad agrícola o los vertidos de residuos urbanos e industriales sin depurar a los cauces superficiales constituyen una amenaza seria y real a la calidad de este recurso.

El papel determinante que la investigación representa en el uso y protección de la calidad de este recurso tiene que estar centrado en el desarrollo y puesta en práctica de innovaciones tecnológicas que induzcan un ahorro y un uso más racional del agua en la agricultura. Ello implica un conocimiento más profundo de las necesidades hídricas de las plantas y el desarrollo de tecnologías de riego que permitan una aplicación más eficaz del agua. Las investigaciones encaminadas a mejorar los sistemas de depuración de aguas residuales provenientes de ciudades o industrias tienen un interés doble ya que disminuye la contaminación y al mismo tiempo aumenta los recursos hídricos disponibles para la agricultura u otros fines. Las técnicas de desalación de aguas salobres también están llamadas a tener interés en el futuro.

El *suelo* es otro recurso que merece una especial atención por el uso que la actividad agraria hace del mismo. Este recurso es considerado como un medio frágil que debe ser cuidado y protegido para asegurar su productividad y estabilidad para las generaciones futuras. La erosión de los suelos, asociada con la pérdida de nutrientes y su contaminación por un exceso de agroquímicos ha conducido a la degradación de grandes superficies con pérdida de productividad de los ecosistemas agrícolas. En aquellos casos en que estos procesos han sido muy intensos y se han prolongado en el tiempo, han conducido a la desertificación. Por ello todas aquellas líneas de investigación encaminadas a evitar o paliar estos problemas tendrán un interés en el futuro. La propuesta del IV Programa Nacional de I+D en el Área Científico Tecnológica de Recursos y Tecnologías Agroalimentaria, así como el V Programa Marco recogen con prioridad estos aspectos.

El mantenimiento de la calidad *Medio-Ambiental* deberá ser otro tema clave de la actividad investigadora a desarrollar en el CSIC. El gran crecimiento de los núcleos urbanos, junto al desarrollo industrial y a la concentración en zonas determinadas de la agricultura y la ganadería, han conducido a la producción y acumulación de gran cantidad de materiales residuales y subproductos orgánicos cuya eliminación es un grave problema. La no utilización de estos residuos

supondría una pérdida de energía de nuestro ecosistema. Un buen manejo de los mismos y su aprovechamiento mediante reciclado puede ser a la vez una manera de evitar la degradación del medio ambiente y de aprovechar recursos poco utilizados. La técnica del compostaje, que es un proceso biooxidativo controlado, se desarrolla sobre substratos orgánicos heterogéneos y conduce a la producción de materia orgánica estabilizada que se puede transformar en auténticos abonos orgánicos exentos de fitotoxicidad, totalmente apropiados para mejorar la fertilidad y la recuperación de los suelos degradados. En el futuro serán de interés el desarrollo y mejora de este tipo de tecnologías que permitan la utilización de estos residuos, así como las investigaciones centradas en demostrar las ventajas de la utilización de los residuos orgánicos con fines agrícolas.

Especial incidencia tiene que tener en el futuro la investigación agraria en todo lo concerniente a la transformación genética y a la aplicación de los marcadores moleculares en todos los procesos de selección. Si tenemos en cuenta que la historia de la humanidad va ligada a la agricultura y esta nace cuando el hombre controla la reproducción de plantas y animales. La actividad en la *mejora de plantas* mantiene esta tradición y entre sus preocupaciones están incrementar la producción y calidad de los alimentos manteniendo la biodiversidad. En la actualidad la *Biotecnología* ha puesto a disposición de los mejoradores herramientas muy poderosas para la consecución de estos objetivos. Este es un campo lleno de perspectivas realmente inimaginables para los años futuros aunque en la actualidad también tiene sus limitaciones debido a que el avance científico no lleva aparejada la aceptación pública.

Por medio de la manipulación genética es posible introducir en plantas y animales determinadas cualidades o rasgos que serían muy difícil ó imposible hacerlo por la mejora convencional. La utilización de cepas de levadura modificadas genéticamente en procesos de fermentación en panificadoras, calidad de vinos, etc, la utilización de seres vivos para la limpieza y descontaminación del medio ambiente (biorremediación), o la obtención de rhizobium modificado para fijar nitrógeno en plantas distintas de las leguminosas, son entre otras líneas de investigación actualmente investigaciones en curso con un gran interés por los enormes beneficios para el medio ambiente por el ahorro de fertilizantes que supondría. De aquí que las grandes colecciones que conservan los bancos de germoplasma en los diferentes Centros del CSIC deberían ser estudiadas en función de las nuevas necesidades y condiciones ambientales. Así como caracteres deseables en un concepto de *agricultura*

sostenible debería ser posible desarrollar nuevas variedades de frutales y hortícolas que tuvieran características tales como:

- Establecimiento rápido tras la siembra
- Sistema radicular potente
- Cortos periodos vegetativos y reproductivos
- Eficacia en la asimilación de nutrientes
- Fijación del nitrógeno atmosférico
- Resistencia a condiciones adversas
- Eficacia en la utilización del agua
- Resistencia durable a enfermedades y plagas

Otro aspecto a destacar es que estas nuevas variedades tienen que producir alimentos de calidad, tanto en lo que se refiere a su calidad organoléptica como a la presencia de compuestos naturales llamados fitonutrientes que favorecen el valor nutritivo de los alimentos, especialmente de cara a la salud, como es la presencia de productos anticancerígenos, fibra digestiva, etc. Realmente el aspecto nutritivo de los productos agrícolas será un aspecto a considerar cada vez más en la actividad investigadora en *Ciencias Agrarias*.

Sin embargo, es necesario resaltar que la investigación en mejora genética vegetal tiene unas características propias y diferenciales con respecto a otras disciplinas. Los equipos deberían ser multidisciplinarios donde se incluyan distintos especialistas y diferentes Centros para que los resultados que se obtengan no sirvan solo para una localidad. En los OPIS el número de investigadores en los programas de mejora han disminuido como consecuencia de la difícil rentabilización por parte del investigador aunque su trabajo si sea socialmente rentable. Con estas limitaciones se puede explicar el escaso impacto de nuestros mejoradores y si no cambia la situación este será aún menor en el futuro.

La *protección vegetal* es un campo de la mayor importancia socioeconómica por sus implicaciones en la producción de alimentos, el medio ambiente y la salud pública. Sus objetivos son reducir las pérdidas tanto en calidad como en cantidad de las cosechas, preservar en lo posible el deterioro del medio ambiente por el uso de productos aplicados para el control de plagas y malas hierbas, evitar que estos productos dejen residuos en los alimentos cosechados. De aquí la necesidad de que esta investigación tenga una aplicabilidad real. Por ello en el futuro los retos que tiene que hacer frente la investigación en protección vegetal en un contexto de agricultura sostenible es el control integrado de las plagas y malas hierbas en los cultivos agrícolas. Las líneas prioritarias en los planes nacionales y europeos siguen esta tendencia.

Como reflexión personal, diré que se necesita más conexión entre la investigación financiada con fondos públicos y los problemas reales de la agricultura. Los investigadores y sobre todo los elaboradores de las líneas prioritarias de los planes nacionales y autonómicos tienen que recibir una información más real y actual de las verdaderas necesidades del sector. Los investigadores tienen a su vez de ser capaces de transferir los resultados a los que verdaderamente son los usuarios. Ello implica que habría que hacer una reflexión acerca de la evaluación de los resultados de los proyectos, midiendo esta en la medida en que se han resuelto los problemas propuestos y no por el número e índice de impacto de las publicaciones de ellos derivadas. Este último aspecto en muchos de los casos sirve solo al investigador para justificar su trabajo pero nada tiene que ver con la realidad de los verdaderos problemas a la agricultura.

Como se indicaba anteriormente, es evidente que los investigadores han mejorado considerablemente la producción científica en Ciencias Agrarias. Ahora bien, convendría adaptar la política científica y los sistemas de promoción de los investigadores del CSIC hacia una mayor conexión con los Centros Tecnológicos y los sectores productivos, con el objetivo de una mayor rentabilidad social de las Ciencias Agrarias.

Personalmente creo que la mayor parte de las diferentes líneas de investigación descritas detalladamente en otro apartado de este artículo son de interés y actualmente están contempladas en los planes nacionales y europeos. Acaso hay una excesiva atomización de algunas de estas líneas en los diferentes Centros, donde con frecuencia es un solo investigador quien la practica. Sería interesante que los centros estuvieran identificados por palabras clave que respondieran a las disciplinas que en ellos se practican. De este modo, cuando se busque como tema «suelos», «agua», «mejora», etc., quedarían de manera inmediata identificados los Centros. Esta política de agrupar los Centros por especialidades se puede conseguir a través de la oferta pública de empleo, de becas, de contratos, etc.

Terminemos con el eterno debate: ¿es más la suma de los resultados que produce cada investigador que trabaja por su cuenta o los resultados de un grupo multidisciplinar?. Probablemente, si los medimos por el número de publicaciones, éstas serán más numerosas cuando los investigadores actúen individualmente. Sin embargo, si lo que se pretende es resolver un problema, es siempre más conveniente abordarlo con un equipo formado por especialistas en diferentes disciplinas.