



---

# **Universidad de Valladolid**

**Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales**

**Máster en Desarrollo Económico Regional y Local  
y Gestión del Territorio**

**GESTIÓN DE EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS  
ECOLÓGICAS Y CONVENCIONALES:  
UN ANÁLISIS COMPARADO.**

**Autora: Esmeralda Nieto Núñez**

**Tutor: Óscar Carpintero Redondo**

**Septiembre 2016**



## **Agradecimientos.**

A mi familia, amigos, compañeros y profesores por su apoyo y dedicación.

Agradecer en especial a Juan Carlos Nuevo Álvarez (Mózar de Valverde) y Tomás Llamas Martín (Friera de Valverde), agricultores ecológicos que sin conocerme, abrieron sin dudar las puertas de su casa y ofrecieron toda la ayuda que estaba en sus manos durante la realización del presente escrito.



# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<i>Objetivos y estructura .....</i>	14
<i>Metodología y fuentes .....</i>	15
<b>1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
1.1. LA SOSTENIBILIDAD AGRÍCOLA. AGROECOLOGÍA.....	17
1.2. MODELOS DE EXPLOTACIÓN AGRICOLA: AGRICULTURA CONVENCIONAL, INTEGRADA Y ECOLÓGICA.....	21
<b>2. EL DEBATE SOBRE LOS RENDIMIENTOS: ALGO MÁS QUE KILOGRAMOS POR HECTÁREA.....</b>	<b>25</b>
2.1. BALANCE ECONÓMICO .....	32
2.2. BALANCE ENERGÉTICO.....	37
2.3. BALANCE NUTRICIONAL .....	42
2.4. BALANCE MEDIOAMBIENTAL.....	44
<b>3. PANORÁMA GENERAL DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA.....</b>	<b>51</b>
3.1. PERSPECTIVA MUNDIAL .....	51
3.2. EL CASO ESPAÑOL.....	56
<b>4. ESTUDIO DE CASO.....</b>	<b>60</b>
4.1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	60
4.2. BALANCE ECONÓMICO .....	63
4.3. BALANCE ENERGÉTICO.....	64
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO A. VALORACIÓN INPUTS Y OUTPUTS EMPLEADOS EN EL BALANCE ECONÓMICO Y ENERGÉTICO.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO B. REGULACIÓN AGRICULTURA ECOLÓGICA.....</b>	<b>79</b>

## TABLAS

TABLA 1.1 RANKING RIESGOS GLOBALES 2016.....	10
TABLA 1.2 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.....	12
TABLA 2.1 ESTUDIOS PRODUCCIÓN AGRICULTURA ECOLÓGICA VS CONVENCIONAL.....	26
TABLA 2.2 ESTUDIOS BENEFICIOS ECONÓMICOS BRUTOS AGRICULTURA ECOLÓGICA VS CONVENCIONAL.....	32
TABLA 2.3 MANO DE OBRA AGRICULTURA ECOLÓGICA VS CONVENCIONAL.....	37
TABLA 2.4 ESTUDIOS BALANCE ENERGÉTICO AGRICULTURA ECOLÓGICA VS CONVENCIONAL.....	41
TABLA 2.5 ESTUDIOS NUTRICIONALES PRODUCTOS ECOLÓGICOS VS CONVENCIONALES. VARIACIÓN PORCENTUAL PROMEDIO DEL PRODUCTO ECOLÓGICO RESPECTO AL CONVENCIONAL.....	43
TABLA 2.6 ESTUDIOS COSTES AMBIENTALES AGRICULTURA ECOLÓGICA VS CONVENCIONAL.....	50
TABLA 4.1 CULTIVO TRIGO. INSUMOS EXPLOTACIÓN ECOLÓGICA VS EXPLOTACIÓN CONVENCIONAL.....	62
TABLA B.1. PERIODO DE CONVERSIÓN AGRICULTURA ECOLÓGICA.....	82

## CUADROS

CUADRO 2.1 TASA MEDIA DE RENDIMIENTOS (ECOLÓGICA: CONVENCIONAL) PARA 10 CLASES DE ALIMENTOS Y AGRUPADOS EN TRES CATEGORÍAS DE PAÍSES.....	28
CUADRO 2.2 PRODUCCIÓN CEBADA SEGÚN ROTACIONES Y AÑOS.....	30
CUADRO 2.3 COSTES DE PRODUCCIÓN AGRICULTURA ECOLÓGICA VS AGRICULTURA CONVENCIONAL.....	34
CUADRO 2.4 BENEFICIO BRUTO SEGÚN ROTACIONES Y AÑOS.....	34
CUADRO 2.5 EVOLUCIÓN EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA AGRICULTURA ESPAÑOLA (AGRICULTURA Y GANADERÍA).....	40
CUADRO 2.6 CONSUMOS MEDIOS ENERGÍA EXTERNA AGRICULTURA ECOLÓGICA VS CONVENCIONAL.....	42
CUADRO 2.7 EFICIENCIA ENERGÉTICA SEGÚN ROTACIONES Y AÑOS.....	42
CUADRO 2.8 INTENSIDAD IMPACTO MEDIOAMBIENTAL EXPLOTACIÓN ECOLÓGICA VS CONVENCIONAL.....	45
CUADRO 3.1 EVOLUCIÓN SUPERFICIE DE AGRICULTURA ECOLÓGICA.....	56
CUADRO 3.2 EVOLUCIÓN NÚMERO DE PRODUCTORES AGRARIOS EN GESTIÓN ECOLÓGICA.....	56
CUADRO 3.3 REPRESENTACIÓN AGRICULTURA ECOLÓGICA FRENTE CONVENCIONAL, AÑO 2009.....	57
CUADRO 3.4 SUPERFICIE AGRICULTURA ECOLÓGICA POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS, AÑO 2014.....	57
CUADRO 3.5 NÚMERO DE PRODUCTORES ECOLÓGICOS POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS, AÑO 2014.....	58
CUADRO 3.6 SUPERFICIE AGRICULTURA ECOLÓGICA PROVINCIAS DE CASTILLA Y LEÓN, AÑO 2014.....	58
CUADRO 3.7 SUPERFICIE POR TIPO DE CULTIVO DE TIERRAS ARABLES, AÑO 2014.....	59
CUADRO 3.8 NÚMERO DE PRODUCTORES ECOLÓGICOS CASTILLA Y LEÓN, 2014.....	59
CUADRO 4.1 SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTOS EXPLOTACIÓN ECOLÓGICA.....	61
CUADRO 4.2 BALANCE ECONÓMICO CULTIVO TRIGO ECOLÓGICO VS CONVENCIONAL, 2014-2015.....	63
CUADRO 4.3 BALANCE ENERGÉTICO CULTIVO TRIGO ECOLÓGICO VS CONVENCIONAL, 2014-2015.....	65
CUADRO A.1. TIEMPO FUNCIONAMIENTO MAQUINARIA AGRÍCOLA.....	77
CUADRO A.2. PRECIO DE LOS INSUMOS UTILIZADOS.....	78
CUADRO A.3. VALOR ENERGÉTICO DE LOS INSUMOS UTILIZADOS.....	78

## GRÁFICOS

GRÁFICO 2.1 RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS ECOLÓGICOS VS CONVENCIONAL .....	31
GRÁFICO 2.2 DIFERENCIA EN EL BALANCE ECONÓMICO ENTRE CULTIVOS ECOLÓGICOS Y CONVENCIONALES .....	35
GRÁFICO 3.1 EVOLUCIÓN DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA GLOBAL. ....	51
GRÁFICO 3.2 EVOLUCIÓN DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA SEGÚN REGIONES.....	52
GRÁFICO 3.3 DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE Y PRODUCTORES ECOLÓGICOS MUNDIALES. AÑO 2014. ....	53
GRÁFICO 3.4 PAÍSES CON MAYOR SUPERFICIE ECOLÓGICA. AÑO 2014. ....	53
GRÁFICO 3.6 PAÍSES CON MAYOR NÚMERO DE PRODUCTORES ECOLÓGICOS. AÑO 2014. ....	53
GRÁFICO 3.7 PAÍSES CUYA SUPERFICIE ECOLÓGICA REPRESENTA MÁS DEL 10% DE LA SUPERFICIE TOTAL AGRARIA. AÑO 2014. ....	54
GRÁFICO 3.8 DISTRIBUCIÓN SUPERFICIE DE TIERRAS ARABLES SEGÚN REGIONES Y CULTIVOS. AÑO 2014.....	54

## FIGURAS

FIGURA 0.1. OBJETIVOS DE LA AGROECOLOGÍA .....	20
FIGURA 3.1 MAPAMUNDI AGRICULTURA ECOLÓGICA. AÑO 2014. (HECTÁREAS) .....	55
FIGURA 4.1 VISTA AÉREA Y PARCELACIÓN MOZAR DE VALVERDE Y ARCOS DE LA POLVOROSA. ....	60
FIGURA B.1. DISTINTIVO AGRICULTURA ECOLÓGICA CASTILLA Y LEÓN Y UNIÓN EUROPEA. ....	81





## INTRODUCCIÓN

La civilización humana está en “proceso de colisión” con la naturaleza. Este era el “*Aviso a la Humanidad de la Comunidad Científica*” que proclamaron en el año 1992 un numeroso grupo de científicos pertenecientes a *Union of Concerned Scientists* (UCS), entre ellos varios Premios Nobel. Del mismo modo, Naciones Unidas también advierte desde hace décadas de la situación actual de deterioro que sufre el planeta Tierra, consecuencia de la poco prudente actividad humana (Naciones Unidas 1987; 1972; 1992; 2002; 2012).

Por otra parte, el sector agroalimentario, bajo el que se engloban actividades relacionadas principalmente con la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, es uno de los sectores más íntimamente ligados a los ecosistemas y por tanto a las modificaciones que la actividad humana supone sobre los mismos. Entre las evidencias de este hecho se encuentran datos tales como que los agricultores gestionan el 44% del territorio de la Unión Europea. Asimismo, la revolución industrial que llevó a la tecnificación del sector ha supuesto un aumento drástico de la producción, pero al precio de intensificar el impacto medioambiental.

A esto se suma el aumento de la población mundial, lo que conlleva una creciente necesidad de alimentos para mantener la seguridad alimentaria. Por lo tanto, los motivos de la contribución del sector agroalimentario a la situación de emergencia ecológica son manifiestos, siendo el peso de la agricultura un factor relevante teniendo en cuenta su papel principal en la producción de alimentos (Riechmann, 2003, pp. 25-39).

A la vista de la influencia de la agricultura en la crisis ecológica, se hace necesario plantear nuevos modelos agrícolas y compararlos con los convencionales, a fin de encontrar vías de actuación sostenibles que mitiguen los problemas de la situación ecológica actual.

En este apartado introductorio, presentaremos, en primer lugar, una breve consideración sobre el contexto histórico de la crisis ecológica mundial y la importancia del desarrollo sostenible para encontrar las necesarias soluciones. En segundo lugar, se presenta la motivación de este trabajo centrada en la comparativa de los modelos de agricultura convencional frente a agricultura ecológica. Seguidamente se exponen los objetivos perseguidos y la estructura que se seguirá en el texto. Por último, se detallará la metodología empleada y las fuentes utilizadas durante su elaboración.

## **Contexto de la crisis global y desarrollo sostenible**

El modelo económico, social y medioambiental consolidado actualmente, que tiene su origen en la denominada Revolución Industrial, plantea serios problemas al considerar el crecimiento económico como principal medio para lograr la mejora del bienestar humano. Como alternativa se plantea un desarrollo sostenible que proyecta un cambio de modelo, que engloba crecimiento económico, igualdad social y conservación del medioambiente.

El ser humano desde sus orígenes ha vivido necesariamente en continua relación con la naturaleza. La Tierra ha proporcionado los recursos necesarios para la vida que en ella se desarrolla, reutilizando los residuos generados por unos organismos como recursos para otros. El Planeta durante su larga historia ha cerrado ciclos, manteniendo su vitalidad. Sin embargo, a partir de la llamada Revolución Industrial, iniciada en Inglaterra en la segunda mitad del S.XVIII, esta situación de equilibrio ha sido modificada sustancialmente.

Nos encontramos ante una situación de cambio global en la que el principal factor desencadenante ha sido la especie humana. El impacto de la huella ecológica mundial no ha sido solo provocado por el enorme crecimiento de la población, sino por el patrón de consumo asumido por esta, a su vez propiciado por el modelo energético adoptado (Global Footprint Network). Con la industrialización, las energías renovables son sustituidas por energías fósiles, un hecho que altera a un ritmo exponencial las condiciones de vida del planeta, afectando a todos los sistemas y subsistemas. El carbón, el petróleo, el gas y también el uranio se convirtieron en combustibles básicos del modelo energético actual, a pesar de su alto grado de contaminación y emisión de gases efecto invernadero (cambio climático) y su carácter insustituible (pico del petróleo, del gas, del uranio...) (Krausmann *et al*, 2009).

Los problemas mundiales han sido detectados desde hace décadas por cumbres y organismos internacionales. Cabe situar el primer aviso de crisis en la Cumbre de Estocolmo sobre el Medio Humano (1972). Posteriormente la Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo, organismo de las Naciones Unidas, publica el *Informe Brundtland* (1987) donde se detectan varias problemáticas en campos tan diversos como la energía, la seguridad alimentaria, las especies y los ecosistemas, la población y los recursos humanos, el desafío urbano o la eficiencia industrial. (Naciones Unidas, 1972; 1987)

Cinco años después en la Cumbre de la Tierra (1992) celebrada en Río de Janeiro se tratan diversas problemáticas ambientales mientras que simultáneamente se reúne el Foro Social Mundial. La década que sigue es especialmente activa en concentración de conferencias y foros sobre temática social y ambiental. La segunda Cumbre de la Tierra tiene lugar en Johannesburgo (2002) y continúa insistiendo en problemas urgentes: la pobreza y la enfermedad, la biodiversidad, el agua, la agricultura o la energía. En la tercera Cumbre de la Tierra 2012 (Río +20) la enumeración de los problemas puede ser interminable: pérdida de biodiversidad, contaminación de océanos y mares, bosques, montañas, el cambio climático, la desertificación, degradación de la tierra y sequía, la salud de la población, su seguridad alimentaria, el mayor consumo y producción de bienes, la continua presencia de la pobreza y el hambre, la educación, la energía, el transporte, la igualdad entre géneros, el empleo, la protección social y un largo etcétera (Naciones Unidas, 1992; 2002; 2012). Lamentablemente, cuando se comparan los esfuerzos retóricos con las realidades tras más de cuatro décadas de preocupación ambiental global, los resultados son decepcionantes.

Por otra parte, junto a los llamamientos de los OEI, los foros de agentes económicos privados y públicos, también advierten de peligros similares. Tal es el caso del Foro Económico Mundial, que publica desde hace once años el informe *Global Risk Report* en el que se detectan cuáles son los riesgos a nivel mundial, mediante encuestas en las que participan expertos del mundo empresarial, universitario, de la sociedad civil, el sector público con áreas de experiencia variadas, y diferente procedencia y edad.

**Tabla 0.1 Ranking Riesgos Globales 2016.**

Grado de PROBABILIDAD			Grado de IMPACTO		
1	Migración involuntaria a gran escala.	S	1	Mitigación y adaptación al cambio climático.	MA
2	Fenómenos meteorológicos extremos.	MA	2	Armas de destrucción masiva.	GP
3	Mitigación y adaptación al cambio climático.	MA	3	Crisis del agua.	S
4	Conflictos interestatales.	GP	4	Migración involuntaria a gran escala.	S
5	Catástrofes naturales.	MA	5	Crisis de los precios de la energía.	E
6	Futuro de gobierno nacional.	GP	6	Perdida biodiversidad y colapso ecosistemas.	MA
7	Desempleo o subempleo.	E	7	Crisis fiscal.	E
8	Fraude o robo de datos.	T	8	Propagación de enfermedades infecciosas.	S
9	Crisis del agua.	S	9	Burbuja de activos.	E
10	Comercio ilícito.	E	10	Profunda inestabilidad social.	S

MA: Medioambiente. S: Sociedad. E: Economía. GP: Geopolítica. T: Tecnología.

Fuente: Global Risk Report 2016 (Foro Económico Mundial).

La Tabla 0.1 resume los riesgos globales apuntados en el último informe *Global Risk Report 2016*, según la percepción del grado de probabilidad de que el riesgo ocurra y de mayor a menor grado de impacto que genera. Los riesgos

clasificados como medioambientales se encuentran en los primeros lugares del ranking, seguidos de los riesgos geopolíticos y sociales. El mundo está sumido en una crisis global multidimensional: medioambiental, económica, social y política.

A continuación, una vez establecido el contexto de la problemática se presenta el contexto de la solución, que pasa necesariamente por el desarrollo sostenible, ya que el principal objetivo de las cumbres mundiales no es otro que el de buscar la manera de superar la situación descrita de crisis global promocionando un desarrollo sostenible capaz de hacer frente a los desafíos ambientales, sociales o económicos mencionados. Si el problema es global, la solución también ha de serlo.

La definición más aceptada para la expresión desarrollo sostenible tiene su origen en el *Informe Brundtland* (1987), elaborado por la Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo: *“El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”* (p.23)

El informe matiza expresamente dos conceptos que son intrínsecos al desarrollo sostenible. Por un lado, el concepto de “necesidades”, principalmente aquellas necesidades esenciales de la población pobre, que deben tener prioridad absoluta. Por otro lado, el concepto de “limitación” impuesto por la acotada capacidad de la naturaleza para satisfacer las necesidades presentes y futuras sin medida.

Para alcanzar un verdadero desarrollo sostenible, teniendo presente los conceptos de “necesidad” y “limitación” se debe producir un cambio de paradigma en el modelo de desarrollo adoptado en las últimas décadas. Sin embargo el mismo informe, como se ha puesto de relieve muchas veces desde entonces, resulta contradictorio, pues afirma que para conseguir un desarrollo sostenible ha de continuar el crecimiento económico, aceptando éste como motor de desarrollo, tanto en el Sur, población más pobre, como en el Norte (Riechmann, 1995).

El desarrollo sostenible tiene que presentar un fuerte carácter global, debe enfrentarse a la problemática mundial de manera conjunta pero sin olvidar las problemáticas locales de territorios concretos. En la Cumbre de la Tierra Rio +20 se toma la decisión de establecer los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) tomando como base los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) aprobados por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el año 2000 y que habían servido para impulsar acciones al tratarse de unos objetivos concretos que inspiraban

ilusión en la lucha contra la pobreza. Los ODS deberán cumplir la misma función, pero a nivel global, ya que los ODM se centraban en los países pobres pensando en los países ricos únicamente como donantes. Los ODS implicaran a toda la comunidad global, no solo a gobiernos también a empresas privadas, científicos, líderes civiles, estudiantes... (Sachs, 2015).

Los ODS (Tabla 0.2) se incluyen dentro de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada en la Cumbre para el Desarrollo Sostenible celebrada en septiembre de 2015 en Nueva York. Los 17 objetivos pretenden terminar con la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia y frenar el cambio climático.

**Tabla 0.2 Objetivos de Desarrollo Sostenible.**

<b>1. Poner fin a la pobreza.</b>	En todas sus formas en todo el mundo.
<b>2. Hambre Cero.</b>	Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
<b>3. Buena salud.</b>	Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
<b>4. Educación de Calidad.</b>	Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
<b>5. Igualdad de Género.</b>	Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y niñas.
<b>6. Agua limpia y saneamiento.</b>	Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
<b>7. Energía asequible y sostenible.</b>	Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
<b>8. Trabajo decente y crecimiento económico.</b>	Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
<b>9. Industria, innovación, infraestructura.</b>	Construir infraestructura resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
<b>10. Reducir inequidades.</b>	Reducir la desigualdad en y entre países.
<b>11. Ciudades y comunidades sostenibles.</b>	Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
<b>12. Consumo responsables y producción.</b>	Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
<b>13. Acción climática.</b>	Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
<b>14. Vida marina.</b>	Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
<b>15. Vida en la tierra.</b>	Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de diversidad biológica.
<b>16. Paz, justicia e instituciones fuertes.</b>	Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.
<b>17. Alianzas para los objetivos.</b>	Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Web donde se desarrollan los ODS: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sdgoverview/post-2015-development-agenda/goal-17.html>

Así pues, una vez asentados los precedentes de la situación de crisis ecológica mundial, la importancia del desarrollo sostenible y la influencia de la agricultura en esta situación, se evidencia la necesidad de nuevos modelos de agricultura, denominados ecológicos o sostenibles, que complementen y mejoren los modelos convencionales.

En los últimos años, la agricultura ecológica ha visto incrementada su importancia a nivel mundial. Según las últimas cifras publicadas 43.662.446 hectáreas en la Tierra fueron cultivadas bajo manejo ecológico certificado en el año 2014 (FILM & IFOAM, 2016). Dicha superficie representa el 1% de la superficie agraria global, porcentaje que aumenta si se contabiliza la producción ecológica no certificada, agricultura tradicional practicada en países en vías de desarrollo.

La agricultura ecológica incrementa su presencia en el sistema agrícola a pesar de las trabas que se encuentra al resistirse al empleo de los entusiastas métodos convencionales. La agricultura convencional, que se desarrolla a raíz de la llegada al campo de la mal llamada “revolución verde” de la mano de la “revolución industrial” a mediados del siglo pasado, incrementó significativamente los rendimientos, entendiendo los mismos en términos de producción por hectárea. Ello se logró a base de sustituir una gestión respetuosa con el medio ambiente y el ser humano por otra basada en la aplicación de productos químicos y fertilizantes inorgánicos que dependen en un alto porcentaje de recursos no renovables.

El objetivo marcado por la agricultura convencional de maximizar los rendimientos por hectárea está abocado al fracaso por las externalidades derivadas de la aplicación de los mismos métodos que le han llevado al éxito productivista. La agricultura no puede actuar al margen del medio en el que se desarrolla, pues perjudicándole se destruye a sí misma. La pérdida de fertilidad del suelo, de biodiversidad, la contaminación de la tierra, el aire y el agua, los daños provocados en la salud humana por el consumo de alimentos producidos a base de sustancias tóxicas suponen un elevado coste para el medioambiente y para la sociedad, tanto en el presente como para las generaciones futuras.

Es por ello que la aparición de nuevos modelos de agricultura ecológica requiere atención, siendo necesario el estudio comparativo de los diversos modelos de agricultura, analizando sus bondades e inconvenientes con el fin de dirigirse hacia un modelo sostenible.

## ***Objetivos y estructura***

Con estos precedentes, el trabajo presenta un doble objetivo. Por un lado, se analizarán comparativamente los rasgos y resultados de dos sistemas diferentes de producción agraria: la agricultura convencional y la agricultura ecológica. Sin embargo, esta comparación no se limitará únicamente a los aspectos cuantitativos de la producción (rendimientos por hectárea), sino que hará también hincapié en el balance económico, energético, nutricional y medioambiental, pues estos son aspectos relevantes a la hora de determinar qué modelo agrario es económica, energética, social y medioambientalmente más sostenible. En segundo lugar, se tratará de contrastar algunos de los resultados anteriores a un caso concreto de estudio: la comparación de dos explotaciones agrícolas en la provincia de Zamora, cada una de ellas con un modelo diferente de gestión agraria.

En lo que respecta a la estructura del trabajo, éste se desarrolla a través de cuatro capítulos. Tras esta introducción, el primer capítulo se dedica a resumir el marco teórico de la sostenibilidad agraria y la agricultura sustentable, lo que nos permitiría poder comparar los rasgos de los diferentes sistemas de producción agraria. En el capítulo segundo, se desciende al análisis de la controversia sobre los rendimientos entre la agricultura convencional y la agricultura ecológica desde una cuádruple perspectiva: económica, energética, nutricional y ambiental. Una vez establecido el marco general de discusión, el capítulo tercero se centra en el caso de la agricultura ecológica mostrando sus principales datos a escala mundial, nacional (España) y regional (Castilla y León). Por último, el capítulo cuarto resume el estudio de caso en el que se confrontan los resultados comparativos de dos explotaciones agrarias del norte de Zamora, cada una de ellas gestionada por un método de producción diferente: convencional y ecológica.

## **Metodología y fuentes**

Desde el punto de vista metodológico, el planteamiento ha sido doble. Por un lado el trabajo se apoya en un método *teórico-comparativo* en el que se recurre (si bien, no de manera exhaustiva) a la literatura secundaria para contrastar los resultados del modelo agrario convencional frente a la agricultura ecológica en términos económicos, energéticos, nutricionales y medioambientales. Todo ello a partir de una revisión de estudios teóricos y empíricos que han sido publicados hasta la fecha, haciendo referencia principalmente a aquellos que se centran en cultivos de tierras arables y desde una perspectiva global.

En segundo lugar, el trabajo hace uso del *estudio de caso* en el que se compara el funcionamiento real de una explotación agrícola ecológica y otra convencional, analizando la producción de trigo desde un enfoque económico y energético, en el norte de la provincia de Zamora. Los datos han sido proporcionados directamente por los agricultores titulares de las explotaciones, realizándose una revisión conjunta de los *Libros de la Explotación*.

Inicialmente se revisó en el mes de Enero de 2016 el "*Listado de operadores ecológicos*" publicado por el Consejo de Agricultura Ecológica de Castilla y León (CAECYL). Se identificaron dos agricultores ecológicos cuyas explotaciones se localizan en el municipio de Frieria de Valverde, que se encuentra dentro de la zona de actuación inicialmente planteada para la realización del estudio de caso. Seguidamente, el día 20 de Febrero de 2016, se visita el municipio de Frieria de Valverde, donde con ayuda de los vecinos del mismo se contacta con uno de los dos agricultores ecológicos, Tomas Llamas.

Su actividad agraria se limita a la ganadería caprina y aquello que cultiva es empleado directamente en la alimentación del ganado, principalmente en modo de pastos y forraje. En principio, los datos de su explotación ganadera no se corresponden con el estudio de caso que se plantea realizar, sin embargo, facilita el contacto de Juan Carlos Nuevo, agricultor ecológico de Mózar de Valverde, que no figura en la lista de operadores ecológicos consultada porque durante el año 2015 cesa su explotación por jubilación. De igual modo revela que el segundo de los agricultores ecológicos, con el que tras varios intentos no fue posible contactar, gestiona una explotación agraria bajo manejo integrado con cabaña ganadera ovina ecológica. Ese mismo día se contacta telefónicamente con Juan Carlos, y se fija un encuentro el día 26 de Marzo de 2016, ya que hasta dicha fecha se encuentra fuera del municipio donde administraba su explotación ecológica.



Durante la realización de la entrevista semi-estructurada se obtuvo información sobre su motivación personal en la toma de la decisión de conversión a agricultura ecológica, sobre su proceso de aprendizaje, así como sobre las labores realizadas en su explotación. También se recopilaron datos precisos de la explotación revisando conjuntamente con Juan Carlos el Libro de la Explotación en el que se registra todo lo relativo a la explotación, incluyendo los insumos empleados por hectárea así como la producción obtenida.

Por otra parte, durante el desarrollo del estudio el contacto telefónico con ambos agricultores fue fluido, para resolver dudas o completar información durante el procesamiento de los datos recogidos durante las entrevistas personales.

En lo que respecta a la explotación convencional, ésta se localiza en Arcos de la Polvorosa. El manejo de la explotación, así como los datos necesarios para la realización de la comparación en la que se fundamenta el estudio de caso, se han recopilado directamente del Libro de la Explotación, que personalmente completo cada campaña.

Una vez recopilados y analizados el conjunto de datos disponibles de cada una de las explotaciones, que nos permiten realizar aunque sea de manera superficial, cierta comparación, se opta por comparar el cultivo trigo, para la campaña 2014-2015, realizando el análisis comparativo económico y energético. Para realizar el balance económico se toman directamente los datos facturados por la explotación convencional. Para el balance energético se utilizan los coeficientes de transformación empleados en el estudio para el caso específico del trigo, localizado en la provincia de Ardabil (Irán). El estudio fue realizado por Shahan *et al.* (2008) y publicado en la revista *Journal of Agricultural Technology*. Los datos empleados para la realización de ambos balances se detallan en el Anexo A.

## 1. MARCO TEÓRICO

Una vez que se ha introducido y definido el desarrollo sostenible, en la primera sección del presente capítulo se ampliará y concretará este término en relación con la agricultura. Asimismo, se especificarán algunos de los motivos por los que la agricultura convencional no es sostenible, hecho que dio lugar a la aparición de un nuevo concepto denominado agroecología o agricultura sostenible. Por otra parte, en la segunda sección se presentan las principales características de los diferentes modelos de explotación agrícola: agricultura convencional, integral y ecológica.

### 1.1. LA SOSTENIBILIDAD AGRÍCOLA. AGROECOLOGÍA.

La agricultura y la ganadería deben satisfacer las necesidades básicas de las personas sin repercutir negativamente en el medio natural como ha ocurrido desde la generalización de la mal llamada “revolución verde”. No se trata únicamente de producir por producir, sino de producir lo necesario sin degradar los ecosistemas, extrayendo más de lo que reponemos. (Riechmann, 2003, p. 303).

El término sostenibilidad tiene múltiples acepciones, existiendo un consenso en que la sostenibilidad está ligada a la ecología. Asimismo, la sostenibilidad implica la “*condición de cosechar a perpetuidad cierta biomasa de un sistema que tiene la capacidad de renovarse por sí mismo*” o dicho de otro modo, “*su renovación no está en riesgo*” (Gliessman, 2002, p. 12).

Dado que esta definición contiene la palabra perpetuidad, término que implica un carácter indefinido, su comprobación necesariamente ha de realizarse siempre a lo largo del tiempo, por lo que se puede comprobar cuándo dicha práctica se está desviando de lo que la conduciría a la sostenibilidad.

Existen múltiples definiciones de agricultura sostenible, aquí recogeremos los aspectos más relevantes de las mismas propuestos por diferentes autores.

Gliessman (2002, p.13) propone unos mínimos que debe cumplir la agricultura para poder ser considerada sostenible. Esta agricultura debe:

- *Minimizar el impacto negativo* sobre el ambiente y no emitir sustancias dañinas o tóxicas sobre el agua o la atmosfera.
- *Preservar y reconstruir la fertilidad del suelo*, evitando la erosión y conservando su salud ecológica.
- *Emplear el agua responsablemente*, permitiendo a los acuíferos recargarse para poder ofrecer un uso perpetuo del agua por parte del ecosistema.

- *Emplear los recursos pertenecientes al propio agroecosistema*, utilizando las comunidades próximas y reemplazando los insumos externos con un ciclo de nutrientes mejorado, una conservación adecuada y un conocimiento ecológico suficientemente amplio.
- *Valorar y preservar la diversidad biológica*, tanto de especies silvestres como domesticadas.
- *Garantizar la equidad* tanto en el acceso al conocimiento como a las prácticas agrícolas apropiadas y la tecnología oportuna.
- *Permitir el control local de los recursos agrícolas*.

Por otra parte, Altieri (1995, p.167) identifica los siguientes objetivos comunes en diferentes definiciones de la agricultura sostenible:

- *Producción eficiente y estable de recursos productivos*.
- *Seguridad y autosuficiencia alimentaria*.
- *Uso de prácticas agroecológicas o tradicionales de manejos*.
- *Preservación de la cultura local y de la pequeña propiedad*.
- *Asistencia de los más pobres a través de un proceso de autogestión*.
- *Elevada participación y poder de decisión de la comunidad en su propio desarrollo agrícola*.
- *Conservación y regeneración de los recursos naturales*.

Además, Altieri (1995, p.173) señala otros requisitos que hacen referencia a cuestiones técnicas e institucionales que son importantes para la agricultura sostenible:

- *El desarrollo y la difusión de tecnologías apropiadas, accesibles, económicas y aceptables*.
- *Cambios institucionales y organización social, desarrollo de recursos humanos y capacidades locales e investigación participativa*.
- *Políticas agrarias compatibles, mercados, precios, incentivos justos, contabilidad de costes ambientales, estabilidad política*.

Como se puede observar, los diferentes objetivos y requisitos no se pueden cumplir simultáneamente, ya que existen intercambios entre los diferentes agentes implicados. Por ejemplo, *no es sencillo obtener alta productividad al mismo tiempo que se mantiene la estabilidad y la equidad*. Por ello se hace necesario definir unos indicadores para analizar los logros obtenidos en la consecución de un agroecosistema sostenible. Altieri (1995, pp.169-171) propone los siguientes:

- *Indicador de sustentabilidad:* Indica la capacidad del agroecosistema para mantener la producción a través del tiempo, ya que la misma no puede ser aumentada indefinidamente.
- *Indicador de equidad:* Mide el grado de uniformidad con el que son distribuidos los productos del agroecosistema entre los productores y consumidores locales.
- *Indicador de estabilidad:* Muestra la constancia de la producción bajo un grupo de condiciones ambientales, económicas y de manejo.
- *Indicador de productividad:* No solo de producción por unidad de superficie, sino también por unidad de labor o trabajo, unidad de inversión económica, en relación de necesidades o en términos de energía.

Por último, el sistema de producción agrícola, con el fin de avanzar en la consecución de un agroecosistema sostenible debe reducir el uso de energía y recursos no renovables, reducir las pérdidas de nutrientes, estimular la producción local así como reducir los costos económicos que se derivan de las externalidades de la agricultura, aumentando de este modo la eficiencia y viabilidad económica, energética, social y medioambiental de las explotaciones (Altieri, 1995, p.168).

Atendiendo a la descripción dada de la agricultura sostenible, es sencillo comprobar que la agricultura convencional no es sostenible. Esta agricultura tiene como objetivo principal maximizar la producción y los beneficios, lo cual se ha logrado gracias a los avances científicos y tecnológicos, entre los que se incluyen el uso de fertilizantes y plaguicidas, el desarrollo de nuevas variedades de plantas o la expansión de los sistemas de regadío.

Sin embargo, durante mucho tiempo se han obviado los efectos de dichas innovaciones en la dinámica de los agroecosistemas, y paradójicamente son los mismos sistemas y políticas que han permitido que aumente la productividad los que actualmente están socavando los cimientos sobre los que se sustenta dicha productividad y la evolución de la propia renta agraria. La degradación de los recursos naturales o el uso excesivo de combustibles fósiles evidencian la incapacidad de la agricultura convencional de producir a largo plazo suficientes alimentos para satisfacer la demanda mundial, ya que está contribuyendo a la desaparición de las condiciones que lo hacen posible. Es decir, sus prácticas están enfocadas a favorecer una elevada productividad en el corto plazo, pero se asientan sobre una utilización masiva de recursos no renovables (combustibles fósiles) que por su propia naturaleza son agotables, por lo que se acaba comprometiendo la

seguridad alimentaria futura de la población y la viabilidad de los propios cultivos (Gliessman, 2002, pp. 3-6).

A este respecto, Gliessman (2002, pp. 6-11) señala los siguientes efectos de la agricultura convencional sobre el agroecosistema, y son opuestos a las condiciones de agricultura sostenible enumerados anteriormente: contaminación del ambiente, degradación del suelo, uso excesivo y pérdida de agua, dependencia de insumos externos, pérdida de diversidad genética, inequidad global y pérdida sobre el control de la producción agrícola por parte de las comunidades locales.

Por lo tanto, a nivel global, existe la necesidad de plantear un nuevo desarrollo agrícola sostenible, capaz de asegurar la seguridad alimentaria de la población, sin perjudicar la calidad ambiental, así como capaz de erradicar la pobreza. La Agroecología, por lo tanto, engloba objetivos sociales, ambientales y económicos como los que muestra la Figura 0.1. En este sentido, la Agroecología como disciplina científica que estudia la agricultura desde una perspectiva ecológica, se preocupa no sólo por incrementar la producción de un componente particular, sino de optimizar el agroecosistema como un todo.

**Figura 0.1. Objetivos de la Agroecología**



Fuente: Altieri (1995, p.166)

La Agroecología tiene su origen a finales de la década de los 70 como respuesta a las primeras evidencias de la crisis ecológica del campo. No obstante, la Agroecología se concibe como un “redescubrimiento” o formulación informada científicamente de algunos conocimientos de las culturas campesinas tradicionales, conservados y transmitidos de modo oral, que ya existían anteriormente y que habían sido desdeñados debido a cierto carácter excluyente de una parte del

conocimiento científico moderno. El término propiamente dicho, nació en los años 70 para analizar fenómenos tales como la vinculación entre las plagas y las especies cultivadas, y progresivamente se ha ido expandiendo para englobar un enfoque de la agricultura más relacionada con el medio ambiente, con un mayor equilibrio social y más implicada con la sostenibilidad a largo plazo (Guzman *et al.*, 1999, p. 81).

## **1.2. MODELOS DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA: AGRICULTURA CONVENCIONAL, INTEGRADA Y ECOLÓGICA.**

Antes de avanzar en la comparación de los diferentes modelos agrarios conviene explicar los rasgos principales de cada uno de ellos. En este sentido, cabe diferenciar tres alternativas: la agricultura convencional, la agricultura integrada y la agricultura ecológica (también conocida, en general, como agroecología o agricultura orgánica).

En primer lugar, se denomina *agricultura convencional* a la moderna agricultura industrial que se practica en la generalidad de los países desarrollados (y de manera creciente en los países pobres). En ella predomina la aplicación masiva de fertilizantes químicos de síntesis, de fitosanitarios (herbicidas y plaguicidas), y de maquinaria mecánica en la realización de las labores agrícolas. Obviamente, por estas razones, la agricultura convencional es altamente dependiente de la industria y también del transporte. Se trata de un modelo que, fruto de la denominada “revolución verde” (Borlaug, 2002), depende en alto grado de la aportación externa de insumos ajenos al ciclo de producción natural, como son los combustibles fósiles, que además son la base para la fabricación de los fertilizantes químicos y los pesticidas (herbicidas, insecticidas y fungicidas). Además, para su desarrollo, exige grandes extensiones de monocultivos con el objetivo único de aumentar los rendimientos (los avances tecnológicos y el uso masivo de combustibles fósiles han permitido triplicar el rendimiento de la tierra cultivada a nivel mundial durante el siglo XX), pero sin pensar en el medio ambiente, la productividad a largo plazo, o las externalidades negativas generadas: pérdida de biodiversidad, contaminación (suelo, agua, aire), erosión y desertificación o riesgos para la salud humana (Altieri, 1995; Guzman *et al.* 1999; Gliessmann, 2002; Riechmann, 2003).

Una segunda alternativa de gestión de los sistemas agrarios es la que se conoce como *agricultura integrada* (*Integrated Farming Systems*), que tiene el objetivo inicial de paliar algunos de los desastres ocasionados sobre el medio ambiente y sobre la salud humana por la agricultura convencional. Por ejemplo, el

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) define la agricultura integrada como aquella que utiliza al máximo los recursos y los mecanismos de producción naturales y asegura a largo plazo una agricultura sostenible, introduciendo en ella métodos biológicos y químicos de control, y otras técnicas que compatibilicen las exigencias de la sociedad, la protección del medio ambiente y la productividad agrícola<sup>2</sup>.

En España se encuentra regulada por el Real Decreto 1201/2002, de 20 de noviembre. Existe un registro de producción integrada por CC.AA, controles de inspección y certificación de sus productos. El uso de fertilizantes y pesticidas químicos se debe de ajustar a normas técnicas específicas.

La agricultura integrada, a pesar de ejercer un mayor control sobre el uso de productos químicos no solo se encuentra lejos de romper con el modelo de agricultura convencional anteriormente descrito, sino que en cierto modo lo prolonga. La producción integrada tiene el peligro de derivar en una nueva estrategia de negocio con la que vender productos químicos menos tóxicos pero más caros, en vez de en una antesala de la producción sostenible con el objetivo de conservar el medio ambiente y mejorar la salud humana (Riechmann, 2003, p. 314)

Por último, tendríamos el caso de *la agricultura ecológica*, que reúne un compendio de técnicas agrarias que excluyen el uso de productos químicos de síntesis (fertilizantes, plaguicidas...) con el objetivo de preservar el medio ambiente, mantener o aumentar la fertilidad del suelo y proporcionar alimentos con todas sus propiedades naturales<sup>3</sup>.

Varios han sido los autores e investigadores que, durante las tres últimas décadas, han ido configurando y enriqueciendo el concepto de agricultura ecológica o agroecología definido en la sección anterior (Altieri, 1995; Guzman *et al.* 1999, Gliessmann, 2002; Riechmann, 2003), y cuyos rasgos se podrían resumir del siguiente modo:

- *El uso de una fertilización basada en materia orgánica.* El suelo mejora su estructura, su aireación y su capacidad de retener agua, a la vez que se reciclan los nutrientes necesarios para que las plantas se desarrollen. En este sentido, los fertilizantes orgánicos sustituyen a los químicos y se permiten algunos preparados a base de rocas naturales.

---

<sup>2</sup> <http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/produccion-integrada/>.

<sup>3</sup> <http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/default.aspx>

- *Mecanismos de reciclado de nutrientes* incluyendo la *rotación de cultivos* de leguminosas con otros cultivos, ya que las leguminosas fijan en el suelo el nitrógeno del aire convirtiéndolo en otras formas de nitrógeno que hace que las plantas puedan emplearlo como nutriente. También se utilizan sistemas agroforestales y sistemas de mezclas cultivos/ganado.
- *El control de plagas se realiza sin uso de pesticidas químicos.* Desde esta perspectiva, se seleccionan los cultivos, su diversificación y asociación, y se activan antagonistas naturales de las plagas, que se emplean cultivos barrera y setos-refugio para depredadores. Así, se recurre habitualmente a fungicidas e insecticidas naturales, preparados basados en plantas, en feromonas, o a través de la liberación de depredadores de las plagas.<sup>4</sup>
- *Las malas hierbas no se eliminan mediante herbicidas químicos,* sino mediante sistemas de cultivo y de manera mecánica. Conociendo las condiciones favorables para el crecimiento de las malas hierbas se puede ejercer un control mejor sobre las mismas. Por ejemplo, rotando cultivos que germinen en diferente periodo, realizando la preparación del terreno y la siembra en el momento adecuado, empleando los abonos orgánicos apropiados o mediante control biológico.
- Se establece un *equilibrio entre la producción vegetal y animal (ganadería),* a través de la utilización de variedades tradicionales y razas autóctonas, promoviendo el ciclo de cierre de nutrientes y preservando el mantenimiento de la herramienta biológica más importante de todas, la biodiversidad.
- Se promueve la diversificación vegetal y animal, tanto a nivel de especies, como genético, en el espacio y en el tiempo.
- Se contemplan *métodos para la divulgación de los conocimientos de la tecnología* necesaria para la subsistencia campesina tales como estrategias para la mejora de la producción de alimentos básicos.
- *La reducción de los insumos externos* mediante el *uso eficiente de los recursos locales.*
- Se mejora la base de los recursos naturales, minimizando las pérdidas de suelo y agua mediante el control del microclima y la erosión.

---

<sup>4</sup> Otros ejemplos de control natural de plagas, incluyen bombas de vacío para aspirar los insectos perjudiciales, cosechas-trampa para atraer a las plagas, alejándolas de la cosecha principal o retrasar o adelantar la siembra, evitando los periodos de mayor vulnerabilidad (Riechmann, 2003, p. 180-181).



Es cierto que cuando se genera un cambio del sistema de explotación desde la agricultura convencional a la agricultura ecológica, inicialmente se produce una caída en los rendimientos por unidad de superficie (kg/ha). Esta circunstancia se suele utilizar como argumento en contra de la agricultura ecológica para subrayar su supuesta incapacidad de alimentar a la creciente población del planeta. Aunque nos centraremos con más detalle en este asunto en el siguiente epígrafe, conviene matizar tres aspectos. Por un lado, la agricultura convencional, no ha terminado con el hambre en el mundo, lo que pone de relieve que este no es tanto un problema de insuficiente oferta de alimentos (de hecho en ocasiones hay problemas de gestión de los excedentes), como de distribución de los recursos.

En segundo lugar, los importantes costes ambientales y la excesiva dependencia de recursos no renovables asociados a la agricultura industrial moderna están comprometiendo no sólo la alimentación de las generaciones presentes, sino sobre todo la posibilidad de las generaciones futuras de alimentarse saludablemente. Y, en tercer lugar, cabe mencionar que, tal y como veremos más adelante, la reducción de los rendimientos por hectárea iniciales, se suelen compensar a medida que pasa el tiempo, una vez que sobre el terreno comienzan a hacer efecto las prácticas agroecológicas sustentables.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Si, finalmente, atendemos al grado de sostenibilidad presente en los tres modelos de agricultura descritos, cabe concluir que la agricultura ecológica es más sostenible que la agricultura integrada, y la agricultura integrada más sostenible que la agricultura convencional.

## **2. EL DEBATE SOBRE LOS RENDIMIENTOS: ALGO MÁS QUE KILOGRAMOS POR HECTÁREA**

De lo anterior se desprende, por tanto, que la agricultura ecológica es, más sostenible que la agricultura integrada y, por supuesto, que la agricultura convencional. Numerosos estudios científicos han mostrado en las últimas décadas la veracidad de esta afirmación (véanse, por ejemplo, las decenas de estudios referenciados en las obras de Altieri, 1995; Lampkin, 1998; Guzman *et al*, 1999; Gliessmann, 2002; o Riechmann, 2003). Sin embargo, como ya se ha expuesto, en el debate que ha enfrentado a la agricultura convencional con la agricultura ecológica la principal cuestión planteada se ha centrado siempre sobre los rendimientos, entendidos estos como la producción por unidad de superficie.

Tal y como se ha mencionado, es usual que en el periodo inmediato de conversión de una explotación convencional a una ecológica los rendimientos por unidad de superficie inicialmente disminuyan según los casos y los cultivos; aunque una adecuada gestión ecológica y el paso del tiempo conlleva un incremento progresivo de los rendimientos al recuperar el suelo su fertilidad natural (Lampkin, 1998; Riechmann, 2003).<sup>6</sup> Es importante subrayar que este período de transición podría ser menor si se incrementaran los recursos de investigación y desarrollo en métodos ecológicos aunque solamente fuera una pequeña parte de los recursos que durante décadas se han destinado a la agricultura industrial (Lampkin, 1998).

En todo caso, cabe recordar que la comparación de rendimientos es un trabajo que presenta algunas dificultades y es preciso ser cuidadoso: es importante tratar de realizar estudios entre fincas con similares características dentro de los límites posibles y que abarquen un período de tiempo suficiente.

Los resultados obtenidos en los estudios realizados para diferentes cultivos, en diferentes periodos y lugares resumidos en la Tabla 2.1 manifiestan que es posible obtener producciones similares en gestión ecológica y convencional. Muestran que la disminución de rendimientos en el periodo inicial de la explotación ecológica realmente desaparece. En el periodo de conversión, los procesos biológicos, encargados de que el sistema ecológico funcione, tienen que ponerse en marcha, por lo que inicialmente los rendimientos disminuyen al poderse presentar problemas como escasez de nutrientes o proliferación excesiva de malas hierbas. A continuación, se resumen las principales conclusiones que se pueden extraer a la luz de los resultados expuestos.

---

<sup>6</sup> Véanse, también, los trabajos referenciados más adelante.

**Tabla 2.1 Estudios producción agricultura ecológica vs convencional.**

Cultivo	Ecológica (t/Ha)	Convencional (t/ha)	Ecológico (% convencional)	Año/s	Fincas, Lugar	Autor/es
Trigo de invierno	4,54	4,09	111,00	1971-74 (4 años)	Fincas bio- dinámicas*. Tamaño pequeño, Alemania	MELU** (1977)
Trigo primavera	4,08	4,07	100,25			
Cebada invierno	4,05	4,22	95,97			
Cebada primavera	3,33	3,59	92,76			
Avena	3,90	3,66	106,56			
Patatas	22,8	22,70	100,44			
Trigo	3,9	4,5	86,67	1979-81 (3 años)	Fincas de tipo y tamaño similar, Suiza	Steinmann (1983)
Centeno	4,4	-	-			
Maiz	4,4	4,7	93,62			
Avena	4,2	5,0	84,00			
Cebada	3,9	4,5	86,67			
Patatas	31,1	31,4	99,04			
Trigo de invierno	3,3	4,7	70,21	1983	Fincas alternativas (200), Alemania	Böckenhoff <i>et al</i> (1986)
Trigo primavera	2,8	3,9	71,79			
Cebada invierno	3,5	4,8	72,92			
Cebada primavera	2,6	3,7	70,27			
Avena	3,2	3,9	82,05			
Centeno	3,2	3,8	84,21			
Zanahorias	40,5	42,3	95,74			
Patatas tempranas	13,8	18,5	74,59			
Patatas	16,5	22,6	73,01			
Remolacha de mesa	29,9	32,6	91,72			
Maiz	7,12***	7,17	99,30	1986-1995 (10 años)	Rodale Institute	Drinkwater (1998)
Maiz	4,48***	5,90	75,93	1981-1985 (5 años) <sup>+</sup>		FST. EE.UU
Maiz	6,39***	6,55	97,56	1981-2002	Gran Bretaña	Tilman (1998)
Soja	2,35***	2,55	92,16	(22 años)		
Trigo	3,45	3,4	101,47	Desde 1843 (150 años)		
Cereales			79 (40-145)	2004-2010	Revisión literaria Gobal	Ponti <i>et al.</i> (2012)
Arroz			94 (86-105)			
Maiz			89 (60-141)			
Avena			85 (40-145)			
Centeno			76 (63-104)			
Trigo			73 (40-130)			
Cebada			69 (46-105)			

\*Agricultura biodinámica, corriente dentro de la agricultura ecológica muy extendida en Alemania, ligada al pensamiento antroposófico del filósofo Rudolph Steiner. (Bernal, 2003).

\*\*MELU, Ministerio de Alimentación, Agricultura y Medio Ambiente en Alemania.

\*\*\*Media de cultivo ecológico empleando abono orgánico y rotación del cultivo con leguminosas, como dos medios ecológicos de fijación de nitrógeno en el suelo.

Fuente: Lampkin (1998) para los tres primeros casos, la citada en la tabla para los tres últimos.

En primer lugar, se puede observar que las diferencias de producción no parecen relevantes, situándose muchas veces alrededor del 5-10% (cuando las hay). Por otra parte, los sistemas ecológicos utilizan menos fertilizantes, pesticidas y antibióticos que los convencionales por unidad de producción. Sin embargo, el uso

limitado de estos insumos no implica la disminución de los rendimientos y la productividad de los cultivos (aumentándola en algunos casos). Además, se obtienen ventajas adicionales en términos económicos y ecológicos, reduciendo los costes y limitando los efectos negativos sobre el agroecosistema. Asimismo, los valores nutricionales serán mejores, tal y como se detallará posteriormente (Altieri, 1999, p. 167).

Otro dato relevante es el hecho de que el tratamiento ecológico de las plagas aumenta los rendimientos. Por ejemplo, el cultivo de la yuca junto con el caupí reduce la población de determinadas moscas blancas que afectan a la yuca, aumentando de este modo la productividad respecto al monocultivo de la yuca (Altieri, 1999, p.258). Otro ejemplo de control ecológico de plagas es el empleo de biofumigación. Se trata del control de los patógenos mediante los gases obtenidos de la descomposición de materia orgánica. Su efecto se puede incrementar utilizando plásticos para cubrir el terreno, reteniendo de esta manera los gases próximos al suelo e incrementando la temperatura. La biofumigación, con similar eficacia que los plaguicidas convencionales, además de más barata, no repercute negativamente en el medioambiente o en la salud del agricultor (Bello. A. *et al.*, 1997, citado en Riechmann 2003).

Esta información, pone de manifiesto que sería factible que la agricultura ecológica alimentara a la población mundial. A este respecto es reseñable el estudio de Badgley *et al.* (2006), en el cual se concluye que la agricultura ecológica tiene el potencial para contribuir de un modo significativo a la provisión de alimentos mundial. Los principales argumentos de los detractores de esta afirmación, son los supuestos bajos rendimientos de la agricultura ecológica y las cantidades insuficientes de fertilizantes orgánicos aceptables.

Sin embargo, los autores compararon los rendimientos de sistemas de cultivo convencionales frente a los ecológicos (expresados en tanto por 1, ecológico: convencional; Cuadro 2.1), para diferentes cultivos, tanto en el mundo desarrollado como en los países en vías en desarrollo. En el primer caso, los rendimientos fueron ligeramente inferiores a 1 mientras que en el segundo caso fueron ligeramente superiores. Esto corrobora que las diferencias en el rendimiento son mínimas, tal y como se especificó anteriormente.

**Cuadro 2.1. Tasa media de rendimientos (ecológica: convencional) (M) y error estándar (E.E.) para 10 clases de alimentos y agrupados en tres categorías de países<sup>7</sup>.**

Categoría de Alimento	(A) Mundiales			(B) Países desarrollados			(C) Países en desarrollo		
	N	M	E.E.	N	M	E.E.	N	M	E.E.
Granos	171	1.312	0.06	69	0.928	0.02	102	1.573	0.09
Raíces amiláceas	25	1.686	0.27	14	0.891	0.04	11	2.697	0.46
Azúcares y edulcorantes	2	1.005	0.02	2	1.005	0.02			
Legumbres	9	1.522	0.55	7	0.816	0.07	2	3.995	1.68
Aceites	15	1.078	0.07	13	0.991	0.05	2	1.645	0.00
Verduras	37	1.064	0.10	31	0.876	0.03	6	2.038	0.44
Frutas (excepto uvas de vino)	7	2.080	0.43	2	0.955	0.04	5	2.530	0.46
<b>Alimentos de origen vegetal</b>	<b>266</b>	<b>1.325</b>	<b>0.05</b>	<b>138</b>	<b>0.914</b>	<b>0.02</b>	<b>128</b>	<b>1.736</b>	<b>0.09</b>
Carne y productos de casquería	8	0.988	0.03	8	0.988	0.03			
Leche (excepto mantequilla).	18	1.434	0.24	13	0.949	0.04	5	2.694	0.57
Huevos	1	1.060	/	1	1.060				
<b>Alimentos de origen animal</b>	<b>27</b>	<b>1.288</b>	<b>0.16</b>	<b>22</b>	<b>0.968</b>	<b>0.02</b>	<b>5</b>	<b>2.694</b>	<b>0.57</b>
<b>Todos los alimentos</b>	<b>293</b>	<b>1.321</b>	<b>0.05</b>	<b>160</b>	<b>0.922</b>	<b>0.01</b>	<b>133</b>	<b>1.802</b>	<b>0.09</b>

Fuente: Badgley *et al.* (2006)

Posteriormente, utilizando los rendimientos obtenidos realizaron un modelo del suministro mundial de alimentos que podría aportar la agricultura ecológica sobre la actual tierra cultivable disponible. Las estimaciones aportadas por el modelo indican que la agricultura ecológica tiene potencial para producir suficientes alimentos *per cápita* a nivel global como para mantener a toda la población actual e incluso a una población mayor, sin necesidad de un incremento en la superficie de tierra cultivable actual.

A continuación, se describe brevemente el modelo empleado para estimar el suministro de alimentos global de la agricultura ecológica. En primer lugar, los datos sobre las cantidades producidas actualmente de los diferentes alimentos se extrajeron de la FAO, seleccionando únicamente las categorías de alimentos que más calorías aportan a la dieta. Dichos datos incluyen tanto producción comercial como doméstica, excluyendo las pérdidas de las cosechas. Por otra parte, siguiendo las recomendaciones de la FAO, para cada región o país se tiene en cuenta además de la producción de alimentos, otros aspectos como las exportaciones, las importaciones, los stocks y los recursos destinados a alimento de ganados, semillas o las pérdidas derivadas del almacenaje, transporte y procesado.

En segundo lugar, el suministro de alimentos potencial de la agricultura ecológica se calculó multiplicando los alimentos disponibles en la actualidad por un ratio que compara los rendimientos medios de la agricultura ecológica entre la convencional. Por ejemplo, un ratio de 0.93 significa que el rendimiento de la

<sup>7</sup> Estos datos están basados en 91 estudios diferentes. N indica el número de muestras utilizadas en el cálculo de la tasas de rendimientos.

ecológica es el 96% de la convencional para el mismo cultivo. Para calcular la media de los rendimientos se tuvieron en cuenta 293 estudios procedentes de diversa literatura (incluyendo 160 de métodos convencionales y 133 casos de baja intensidad), en los cuales el periodo de observación va desde una campaña hasta 20 años. Como ya se especificó anteriormente, es necesario tener en cuenta el período de conversión, sin embargo en este modelo se tuvieron en cuenta todos los estudios independientemente de su duración.

Por otro lado, se utilizaron dos modelos diferentes para realizar los cálculos de alimentos producidos. En el primero de ellos se emplean los datos de rendimientos procedentes de los estudios en países desarrollados a toda la superficie global cultivable. Sin embargo, en el segundo modelo, los datos de los países desarrollados y los de los países en desarrollo se utilizan separadamente para estimar la producción en cada uno de los dos grupos de países, siendo el resultado final la suma de ambas estimaciones. Ambos modelos estiman las toneladas de alimento que podría producir la agricultura ecológica en solitario, una vez descontadas las pérdidas y factores señalados anteriormente. Posteriormente, convirtiendo las toneladas producidas en calorías *per cápita* se obtienen los siguientes resultados.

En el actual suministro de alimentos después de las pérdidas se obtienen 2786 kcal/(persona·día). Por otra parte, la media de calorías necesarias para un adulto están entre 2200 y 2500 kcal/(persona·día). Así, los resultados obtenidos con el primer modelo para la agricultura ecológica fueron de 2641 kcal/(persona·día), lo cual está por encima del valor recomendado y ligeramente por debajo del valor actual. Con el segundo modelo se obtuvieron 4381 kcal/(persona·día), valor 57% superior al valor actual, demostrándose de este modo el potencial de la agricultura ecológica para alimentar a una población mundial incluso mayor que la actual.

Por otra parte, en cuanto a los fertilizantes, los autores evaluaron la cantidad de nitrógeno fijada al suelo por las leguminosas durante los cultivos rotativos. Su conclusión fue que a la luz de los datos tomados sobre los agroecosistemas, los niveles de nitrógeno serían suficientes como para sustituir a los fertilizantes sintéticos. Por todo ello, se puede concluir que la agricultura ecológica tiene potencial para alimentar al mundo entero al mismo tiempo que es respetuosa con el medio ambiente.

La revista *Nature* publica un estudio (Seufert *et al.*2012) en el que se recogen los resultados obtenidos es la realización de un amplio meta-análisis en el que examinan los rendimientos de la agricultura convencional y ecológica de todo el mundo. El estudio tiene una particularidad importante a tener presente en la interpretación de resultados: únicamente se incluyen en el estudio sistemas orgánicos certificados, excluyendo toda la agricultura tradicional practicada de manera mayoritaria en países en vías de desarrollo, y que comparte muchos de los rasgos de la agricultura orgánica (aunque no esté certificada como tal).

Seguidamente, una vez revisados los estudios internacionales, se procede a referenciar algunos estudios realizados en España que comparan los rendimientos obtenidos por explotaciones ecológicas y convencionales.

Un estudio experimental localizando en Santa Olalla (Toledo) tuvo en cuenta las rotaciones establecidas en el cultivo de cebada de secano. Con las producciones obtenidas en el estudio se puede observar cómo lograr una buena producción no depende únicamente del aporte de sustancias químicas (Lacasta y Meco, 2000).

Los resultados del estudio (Cuadro 2.2) nos muestran una disminución de los rendimientos promedio ecológicos entre el 15 y el 25% aproximadamente. *Sin embargo, según años y rotación analizada, la producción ecológica es muy superior a la convencional.* Además, los rendimientos ecológicos son más estables, pues no son tan vulnerables al tiempo, que intercambia años secos y húmedos. Por otra parte, la ausencia de rotación en el monocultivo de cebada convencional provoca la producción más baja, lo que refuerza la viabilidad de los resultados obtenidos mediante la aplicación de la buena práctica de la rotación.

**Cuadro 2.2 Producción cebada según rotaciones y años (kg/ha, % convencional).**

	93-94		94-95		95-96		96-97		97-98		98-99		99-00		Promedio	
ECOLOGICA	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%
<b>Cebada-Barbecho</b>	3056	110	946	367	3195	113	2494	138	1600	84,5	2717	253,7	1763	82,8	2253	123,5
<b>Cebada-Veza forraje</b>	3092	135	250	163	2684	70,6	2094	80,1	1893	54,8	1996	298,4	2400	57,9	2058	84,14
<b>Cebada-Girasol</b>	3135	160	865	588	2917	70,1	1440	44,2	1617	51,3	517	1100	2531	59,9	1860	76,83
<b>CONVENCIONAL</b>																
<b>Cebada-Cebada</b>	2783		258		2832		1812		1893		1071		2129		1825	
<b>Cebada-Veza forraje</b>	2289		153		3802		2615		3452		669		4144		2446	
<b>Cebada-Girasol</b>	1954		147		4163		3261		3152		47		4226		2421	

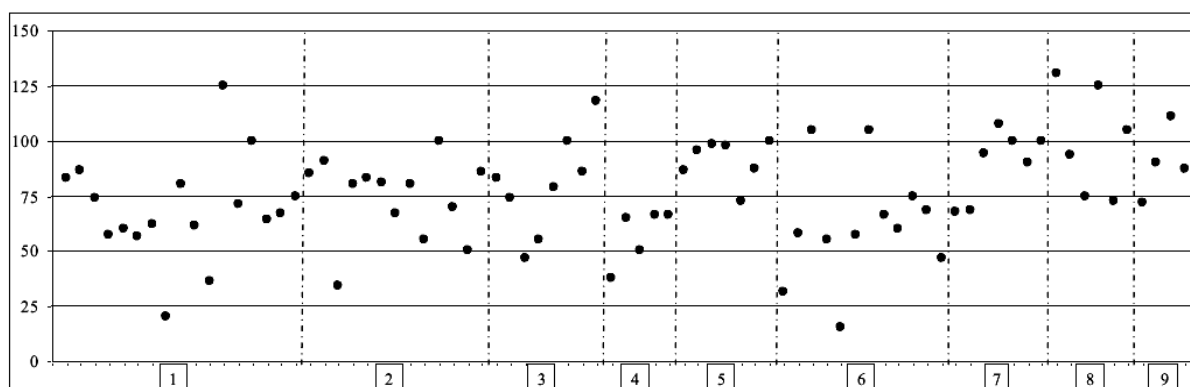
Fuente: Lacasta y Meco (2000).

Los autores del estudio (Lacasta y Meco, 2000) identifican cómo en las campañas secas (94-95 y 98-99) y en las que no son muy húmedas (93-94) el comportamiento de la cebada bajo rotación ecológica es mejor, mientras que en los años húmedos la producción es mayor bajo manejo convencional. Muchos estudios

han llegado a esta misma conclusión; los rendimientos que se obtienen son mayores en cultivos convencionales gracias a una mayor absorción de agua por parte de la planta que ha sido abonada químicamente. Sin embargo, una mayor absorción de agua no repercute en un mayor valor nutricional, siendo esta una cuestión importante que abordaremos más adelante

Con mayor amplitud, en el año 2008 se publica en España un estudio a escala nacional, en el que se comparan 80 cultivos ecológicos con sus homólogos convencionales clasificados en nueve grupos: cultivos extensivos, hortalizas al aire libre, hortalizas en invernadero, cítricos, olivar, frutales, vid, frutos secos y subtropicales (Alonso *et al.*, 2008). El método empleado en este caso, para la obtención de los datos, es a base de encuestas directas. Las producciones obtenidas (Gráfico 2.1), como anteriormente, son menores en agricultura ecológica que en convencional, aunque existe una dispersión importante dentro de cada tipo de cultivos.

**Gráfico 2.1 Rendimientos de los cultivos ecológicos vs convencional (=100)**



Nota: 1 = Cultivos extensivos; 2 = Hortalizas al aire libre; 3 = Hortalizas invernadero; 4 = Cítricos; 5 = Olivar; 6 = Frutales; 7 = Vid; 8 = Frutos secos y 9 = Subtropicales

Fuente: Alonso, González y Foraster (2008).

En primer lugar, cabe apuntar que junto a la menor utilización de fertilizantes químicos la reducción en algunos casos de cultivos ecológicos tiene bastante que ver también con los menores tratamientos ecológicos llevados a cabo contra las plagas enfermedades y malas hierbas (como se puede apreciar por los mayores o similares rendimientos de cultivos ecológicos que sí trataron con mayor eficacia las plagas con métodos ecológicos). Esto corroboraría los resultados de estudios anteriores que han demostrado cómo aplicando buenas prácticas alternativas al empleo de fertilización y plaguicidas, se pueden obtener rendimientos ecológicos similares a aquellos cultivos convencionales intensivos en el uso de la tecnología química.



En segundo lugar, se observa que para aquellos cultivos convencionales en los que el empleo de tecnología es de baja intensidad (frutos secos, vid y olivar) los rendimientos por hectárea obtenidos en ambos métodos de cultivo también son similares.

Pero como no sólo es una cuestión de rendimientos por hectárea, tal vez merece la pena comparar los dos sistemas de producción desde otros puntos de vista. A continuación lo haremos desde el punto de vista económico.

## 2.1. BALANCE ECONÓMICO

Como se ha señalado anteriormente, cuando se llevan a cabo buenas prácticas agroecológicas, los rendimientos agrícolas en términos de producción por unidad de superficie no son tan diferentes (a pesar de las menores cifras iniciales de la agricultura ecológica). Sin embargo, donde sí se aprecian diferencias entre ambos métodos de producción es cuando se tienen en cuenta los costes económicos variables de los insumos, haciendo que, en muchas ocasiones, esta diferencia compense sobradamente las diferencias en rendimientos por hectárea. Por otro lado, los sobrepuestos logrados por los productos ecológicos en el mercado, es otro punto a favor a la hora de compensar una menor producción (y también una menor proporción de subvenciones), aunque no siempre puede lograrse. (Lampkin, 1998).

**Tabla 2.2 Estudios beneficios económicos brutos agricultura ecológica vs convencional.**

	Semilla	Fertilizante	Plaguicida	Total costes variables	Laboreo	Recogida cosecha	Costes totales	Producción	Precio	Rendimiento	Beneficios brutos	Beneficios brutos menos otros costes	Año/s, fincas, lugar, autor/es	
<b>CEREAL BIODINÁMICO</b>											Convencional=100			
Región 1	-	-	-	68	-	-	-	90	-	116	<b>137</b>	-	1971-74 (4 años) Alemania MELU (1977)	
Región 2	-	-	-	63	-	-	-	74	-	85	<b>95</b>	-		
Región 3	-	-	-	86	-	-	-	86	-	118	<b>133</b>	-		
Región 4	-	-	-	69	-	-	-	91	-	120	<b>141</b>	-		
<b>TRIGO</b>											Producción: t/ha. Precio: Francos Suizos/t. Otros: Francos Suizos/ha			
Convencional	-	-	-	890	-	-	-	4,51	985	4592	<b>3702</b>	-	1979-81 (3 años) Más de 20 fincas de tipo y tamaño similar Suiza Steinmann (1983)	
Ecológico	-	-	-	631	-	-	-	3,88	1109	4898	<b>4267</b>	-		
<b>CEBADA</b>														
Convencional	-	-	-	709	-	-	-	4,50	643	3861	<b>3152</b>	-		
Ecológico	-	-	-	362	-	-	-	3,88	673	3753	<b>3391</b>	-		
<b>PATATAS</b>														
Convencional	-	-	-	2982	-	-	-	30,80	378	11938	<b>8956</b>	-		
Ecológico	-	-	-	2025	-	-	-	31,70	378	12404	<b>10379</b>	-		
<b>TRIGO</b>											Producción: t/ha. Otros: Libras/ha			
Convencional	40,6	118,3	96,4	255,3	65,4	58,0	378,7	7,4	111,7	653,8	<b>501,7</b>	373,2	1983-84 (2 años) 12 fincas, Gran Bretaña. Wookey (1987)	
Ecológico	48,8	0	0	48,8	75,7	58,0	182,5	4,4	180,0	792,0	<b>676,3</b>	609,5		
<b>MAIZ</b>											Producción: t/ha. Otros: \$/ha			
Convencional	45	224	35	304	180	40	524	7500	1	7500	<b>6976</b>	6756	Promedio varios estudios. Pimentel (1999)	
Ecológico	45	102	0	147	168	22	337	8100	1	8100	<b>7763</b>	7573		

Fuente: Lampkin (1998) para los tres primeros casos, la citada en la tabla para el último.

La Tabla 2.2. resume varios estudios en los que se compara el beneficio bruto<sup>8</sup> de la explotación ecológica y convencional, que es un método aceptado para entender el mejor balance económico obtenido por la agricultura ecológica que muestra unos resultados más favorables al combinar, a veces, menores rendimientos, junto con menores costos variables y, en ocasiones, mayores precios.

Analizando los resultados resumidos de los estudios se llega a la conclusión de que, a pesar de los menores rendimientos ecológicos, el beneficio bruto obtenido suele ser en todos los casos superior. Ello es debido principalmente a la disminución de los costos variables (por ejemplo, entre un 15% en la región 3 de Alemania, y un 80% en el caso del trigo en Gran Bretaña). En los dos últimos casos analizados se puede comprobar que la mayor diferencia se presenta en este tipo de costes ya que la discrepancia en los otros costes no es significativa. Tal diferencia de costes se debe a una menor dependencia de insumos exteriores por parte de la agricultura ecológica, que logra compensar también los mayores precios de algunos insumos ecológicos, que al igual que el producto pueden manifestar sobrepuestos con respecto a los convencionales debido en parte a la escasa solidez de los mercados en los que se comercializan (Alonso *et al.*, 2008).

En el estudio de los costes de producción<sup>9</sup> (Cuadro 2.3) para la agricultura ecológica y convencional de Lacasta y Meco (2000), en Santa Olalla, Toledo, se pone de manifiesto que el coste de utilización de maquinaria en la agricultura ecológica es importante, al contrario que el insumo necesario para que la maquinaria funcione (el combustible). Por otro lado, en agricultura convencional, las partidas de fertilizantes y plaguicidas tienen una importancia significativa en los costes de producción, representando entre un 30 y un 45% de los costes finales, los cuales no compensan, ya que el uso de estos productos no implica una superioridad de la agricultura convencional en términos de productividad respecto a la ecológica en el largo plazo tal y como se expuso anteriormente (Tabla 2.1).

Lacasta y Meco, analizan la evolución de los costes de producción en cereal desde los años sesenta y llegan a la conclusión de que el porcentaje de ingresos destinado a labores (40%), y a la adquisición de la semilla y de los aportes externos (60%) no ha variado desde entonces a pesar de los recursos destinados a la investigación de la agricultura convencional.

---

<sup>8</sup> En el cálculo del beneficio bruto (obtenido a partir del rendimiento y del coste de producción variable) no se consideran ni subvenciones ni sobrepuesto ecológico.

<sup>9</sup> Los costes de producción se calculan teniendo en cuenta únicamente los gastos variables que se reflejan en el Cuadro 2.3. No se suma la mano de obra.

**Cuadro 2.3 Costes de producción agricultura ecológica vs agricultura convencional (pts/ha)**

	Maquinaria	Combustible	% labores	Semillas	% semillas	Fertilizante	Plaguicidas	% aportes externos	TOTAL
<b>ECOLÓGICOS</b>									
<b>Cebada sobre barbecho</b>	19734	4914	74,9	8250	25,1	0	0	0	<b>32898</b>
<b>Cebada en rotación</b>	15664	3666	70,1	8250	29,9	0	0	0	<b>27580</b>
<b>Veza forraje</b>	12426	2808	73,8	5400	26,2	0	0	0	<b>20634</b>
<b>Veza enterrada</b>	9020	2184	67,5	5400	32,5	0	0	0	<b>16604</b>
<b>Garbanzo</b>	14586	3042	52,4	16000	47,6	0	0	0	<b>33628</b>
<b>Girasol</b>	17600	3666	85,0	3750	15,0	0	0	0	<b>25016</b>
<b>CONVENCIONALES</b>									
<b>Cebada</b>	16897	4602	40,1	8250	15,4	18400	5400	44,4	<b>53549</b>
<b>Veza forraje</b>	12866	3120	52,1	5400	17,6	9300		30,3	<b>30686</b>
<b>Garbanzo</b>	13222	3666	34,1	16000	32,3	9300	7400	33,7	<b>49588</b>
<b>Girasol</b>	15554	4290	49,2	3750	9,3	9300	7400	41,4	<b>40294</b>

Fuente: Lacasta y Meco (2000).

Una vez calculados los costes de producción variables, menores en todos los cultivos para la agricultura ecológica, se calcula el beneficio bruto por hectárea según rotaciones y años. Los resultados obtenidos se recogen en el Cuadro 2.4 y, tal y como se puede observar, *el beneficio bruto promedio es superior en la rotación ecológica que en la convencional*. Es más, el beneficio bruto promedio del monocultivo cebada y rotación cebada-girasol convencional fue negativo, es decir, solamente era rentable su cultivo debido a las subvenciones recibidas. Si nos fijamos, campaña por campaña, son más los años con balance económico negativo en agricultura convencional que en agricultura ecológica. Cabe recordar que los rendimientos convencionales obtenidos gracias a los insumos químicos eran mayores cuando el tiempo acompañaba, es decir en años húmedos, ya que el estudio se realiza sin aporte mecánico de irrigación.

**Cuadro 2.4 Beneficio bruto según rotaciones y años (pts/ha)**

	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	Promedio
<b>ECOLOGICA</b>								
<b>Cebada-Barbecho</b>	11055	-7908	12306	5997	-2049	8004	-582	3832
<b>Cebada-Veza forraje</b>	6434	-16468	37696	27566	5255	4176	24906	12795
<b>Cebada-Girasol</b>	12642	-18513	16901	8673	3171	-10640	-3519	1245
<b>CONVENCIONAL</b>								
<b>Cebada-Cebada</b>	6981	-47938	8047	-14138	12376	-30255	-7243	-13846
<b>Cebada-Veza forraje</b>	-14620	-37071	25520	43016	9593	-30618	60196	8002
<b>Cebada-Girasol</b>	-15772	-45323	17013	8639	606	-36626	-964	-10347

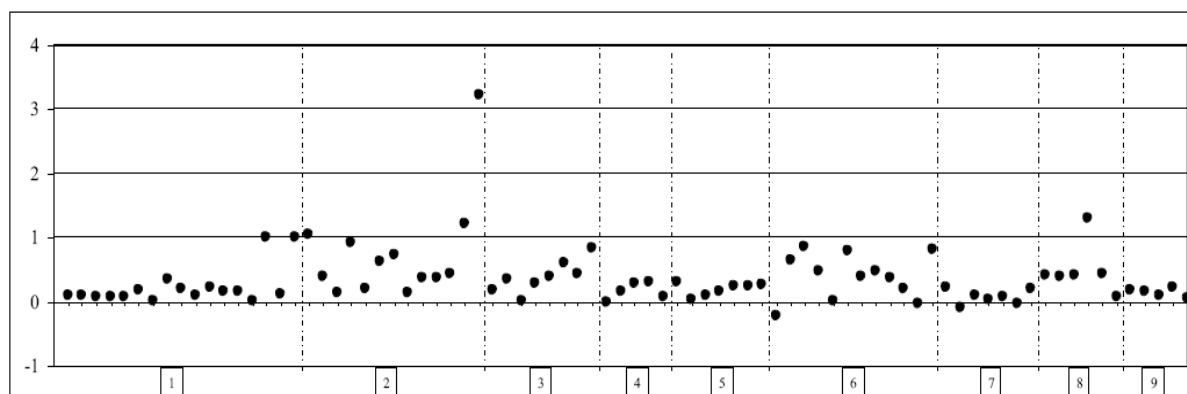
Fuente: Lacasta y Meco (2000).

Desde hace décadas, los agricultores se han venido preguntando y quejándose de que los costes de producción se incrementan año tras año mientras el precio de sus productos no crece al mismo ritmo o disminuye. Por ejemplo, una posible subida del precio de los fertilizantes (partida importante de los costes de producción) no supone un incremento en el precio de venta de los productos del

agricultor.<sup>10</sup> En plena campaña de recogida del presente año, el precio en las diferentes lonjas, por “buena” que sea la cosecha, no va a compensar los gastos realizados. Con la evolución presentada de mayores gastos de producción y menores precios del producto, son dos las opciones para tratar de mantener la renta agraria: o reducir los costes o aumentar el valor del producto (Alonso *et al.*, 2008).

Por eso mismo, aparece la agricultura ecológica como la alternativa a la agricultura convencional dependiente de insumos externos. La misma es capaz de cerrar los ciclos y reponer los nutrientes, y mejorar la relación pérdida del agricultor con la tierra, que proporciona aquello que necesitan sus cultivos. La agricultura industrial hace al agricultor muy dependiente de una mayor producción, aumentando los rendimientos expresados en términos de producción de alimento, pero ocultándole los costes reales y el reducido beneficio bruto de producir de manera ajena al medioambiente.

**Gráfico 2.2 Diferencia en el balance económico entre cultivos ecológicos y convencionales (€/kg producido)**



Nota: 1 = Cultivos extensivos; 2 = Hortalizas al aire libre; 3 = Hortalizas invernadero; 4 = Cítricos; 5 = Olivar; 6 = Frutales; 7 = Vid; 8 = Frutos secos y 9 = Subtropicales

Fuente: Alonso, González y Foraster (2008).

La agricultura ecológica aparece como una alternativa más rentable económicamente que la convencional, aún sin tener en cuenta sus beneficios medioambientales, y sin necesidad de contabilizar los costes ocultos de la agricultura industrial que se analizaran a continuación. Tal afirmación se ratifica retomando los resultados obtenidos en el estudio realizado en España en el año 2008 por Alonso *et al.* El balance económico<sup>11</sup> considerado (Gráfico 2.2) muestra que únicamente dos pares de cultivos (frutal y vid) de los ochenta comparados

<sup>10</sup> Esto es lo que explica la permanente caída de la renta agraria del sector desde que se produjo el proceso de “modernización agraria”, por el cual el incremento de los consumos intermedios y los precios pagados han sido muy superiores al aumento de la producción y los precios percibidos. Situación a la que habría que sumar el incremento de las amortizaciones por el uso creciente de maquinaria. Esta situación se ha mantenido únicamente gracias a las subvenciones.

<sup>11</sup> En este caso teniendo en cuenta subvenciones.

adquieren mejor resultado económico bajo manejo convencional que ecológico. *En el 97,5% de los casos el mayor rendimiento económico se obtiene en explotaciones ecológicas.*

Desde la perspectiva económica tal vez tenga interés terminar este epígrafe resaltando la relación que cada uno de los modelos agrarios tiene con la dimensión laboral. Conviene recordar que, en el mundo, aproximadamente la mitad de la población activa se ocupa en extraer, producir, procesar y distribuir alimentos. Todos estos puestos de trabajo no solo han de permanecer, sino aumentar. Sin embargo, desde la llegada simultánea al campo de la tecnología y de una política agraria obsesionada con aumentar los rendimientos, que incrementó la productividad del trabajo humano pero expulsó a la población del medio rural, la tendencia con respecto al empleo ha sido la contraria a lo deseable. Varias investigaciones pusieron de relieve que el enorme paro estructural en España ha estado durante mucho tiempo relacionado con la difícil digestión de la migración interior campo-ciudad y la rapidez comparativa con la que se produjo el abandono del campo, (Recio, 1997; Riechmann, 2003).

La solución al problema creciente del empleo entre otras consideraciones debe tener en cuenta también el empleo agrario, no solo evitando que continúe disminuyendo sino creando nuevo empleo. Un paseo por los pueblos castellanos y se puede dar cuenta de cómo la mitad de los agricultores ha cesado su explotación o la ha convertido en una actividad secundaria y ha buscado nuevo trabajo, principalmente en la construcción. Ahora que la burbuja inmobiliaria ha explotado, el problema se agrava. Nuevas incorporaciones al campo, a pesar de los esfuerzos realizados y los recursos invertidos por la administración para que esto ocurra, son minoritarias. Las tierras de explotaciones cesadas han pasado a manos de aquellos que necesitan aumentar la superficie trabajada para poder continuar desarrollando su actividad.

Por alguna extraña razón, no se habla de agricultura ecológica como alternativa al problema del empleo agrario y el desarrollo rural, y cuando se hace no es de forma concluyente. La agricultura ecológica, además de respetuosa con el medio ambiente y presentando mayor calidad en sus productos, es un nicho de empleo importante y no explotado. Por término medio, los métodos ecológicos de explotación requieren del trabajo humano un 30% más que el empleo de métodos convencionales. En la Tabla 2.3 se recogen tres estudios que analizan la necesidad de mano de obra en explotación ecológica y convencional.

**Tabla 2.3 Mano de obra agricultura ecológica vs convencional.**

	Ecológica	Convencional	Ecológico (% convencional)	Año/s	Fincas, Lugar	Autor/es
<b>Por finca</b>	799	674	118,55	1978-81 (4 años)	21 fincas, Suiza.	Steinmann (1983)
Familia	469	430	109,07			
Asalariados	330	244	135,25			
<b>Por superficie</b>	46	40	115,00	Unidades: Hombres día estándar.		
<b>Cereales de Invierno</b>	44,0	27,8	158,27	1979-80 (2 años)	Fincas bio- dinámicas*, Alemania.	Schlüter (1986)
<b>Patatas</b>	284,3	103,8	273,89			
<b>Remolacha forrajera</b>	438,7	222,3	197,35			
Unidades: Horas/ha.						
<b>Maíz, soja, cereales</b>	7,4-8,2	6,4-7,9	103,6-115,6		América Latina	Alteri (1995)
<b>Cereales</b>	4,7-14,0	1,5-3,2	313,3-437,5			
<b>Trigo</b>	13,1-21,0	8,9	147,2-235,9			
Unidades: Horas/ha.						

Fuente: Lampkin (1998) para los dos primeros casos y Riechmann (2000) para el último.

La agricultura ecológica requiere realmente mayor trabajo humano que la agricultura convencional, pero para convertirse realmente en generadora, necesita que la sociedad termine con la desvalorización que ha sufrido el trabajo agrícola desde la llegada de la industrialización al campo, y comprenda y reconozca económicamente la importancia que tienen socialmente aquellas personas que se dedican a producir los alimentos que debe consumir el resto de la población y el gran valor que tiene que esta actividad se haga de manera sostenible, sin dañar los cimientos ambientales que permiten nuestra existencia (Riechmann, 2000).

## 2.2. BALANCE ENERGÉTICO.

En la agricultura tradicional, la energía empleada en la producción de alimentos procedía prácticamente en su totalidad de fuentes de energías renovables: fuerza muscular humana o tracción animal, aperos como arados, hoces o trillos de hierro se fabricaban empleando carbón vegetal. Con los cambios introducidos en el campo a raíz de la “revolución verde” hoy en día la agricultura convencional depende en exceso del consumo de energía no renovable (Pimentel y Pimentel, 1979; Pelletier *et al.*, 2011; Carpintero y Naredo, 2006).

El manejo de la explotación agraria cambió y dejó de depender de la tierra para depender del petróleo a través de varias transformaciones. Ordenadas siguiendo el criterio de mayor dependencia energética procedente de fuentes no renovables son las que se describen a continuación.

En primer lugar, la fertilización a base de estiércol u otras sustancias orgánicas se sustituyó por la utilización de otros abonos químicos de síntesis cuya fabricación conlleva la utilización masiva de combustibles fósiles. En este aspecto,

son de especial relevancia los fertilizantes basados en nitrógeno, y en concreto los que se componen empleando el método Haber-Bosch, el cual demanda hasta diez veces más energía que los basados en fósforo o potasio. Además, aunque el proceso se ha optimizado, la fabricación de los fertilizantes de nitrógeno sigue siendo el proceso que más energía demanda en la agricultura convencional. Por ejemplo, del 60-70% de los inputs de la agricultura China atribuidos a fuentes indirectas, más del 75% son debidos a la fabricación de fertilizantes (principalmente de nitrógeno) y pesticidas (Pelletier *et al*, 2011).

En segundo lugar, las labores adquirieron un alto grado de mecanización, haciendo que el trabajo de fuerza humano y animal (caballos, bueyes, mulos...) se sustituyera por el tractor y demás maquinaria agrícola. Asimismo, otra transformación con impacto energético vino de la mano del uso de los materiales modernos como el acero y otros metales empleados en la fabricación de maquinaria agrícola, para cuya producción se han requerido combustibles fósiles.

En los cultivos de secano el uso de la maquinaria, sobre todo para el cultivo de la tierra y la cosecha, es el segundo factor más importante en cuanto a consumo de energía. Este puede reducirse modificando los procesos de trabajo, mejorando la maquinaria y compartiéndola con las explotaciones vecinas. Por otra parte, la siembra directa reduciría notablemente el uso de energía, ya que el gasto en la labranza convencional se encuentra en un rango de 412-740 MJ/ha, mientras que en los sistemas con cobertura vegetal se encuentra entre 183-266 MJ/ha y en los sistemas de siembra directa entre 80-284 MJ/ha (Pelletier *et al*, 2011).

En tercer lugar, la adopción de otras mejoras como la construcción de canales, depósitos de agua y silos, sistemas de riego o simplemente el transporte, depende de manera creciente del uso de derivados del petróleo como la gasolina o el gasóleo. El riego es otro de los principales consumidores de energía de los sistemas convencionales. Por ejemplo, el uso de energía relacionada con el agua supone en California el 19% del uso de electricidad, el 30% del consumo de gas natural y 33 billones de galones de combustible diésel anuales. Asimismo, el uso de agua subterránea se debe a que es más económica. Por otra parte el bombeo de agua para agricultura supone un tercio de toda la energía utilizada en India (Pelletier *et al*, 2011).

Por último, una modificación que incrementó el uso de energía fósil externa fue la utilización de herbicidas para sustituir el trabajo de la escarda manual, ayudados a su vez por los fitosanitarios como productos químicos de base industrial.

Los pesticidas y las semillas son en general menos relevantes en cuanto al uso de energía, aunque esto no suele ser cierto en sistemas hortícolas en los cuales se utilizan frecuentemente tratamientos. Por otra parte, las semillas pueden ser importantes en cultivos con bajas tasas de multiplicación, como por ejemplo las patatas (Pelletier *et al*, 2011).

En resumen, todos estos cambios acaecidos en el siglo XX han derivado en que actualmente la agricultura convencional requiera, en general, para la producción mayor cantidad de energía externa de la que se produce en forma de alimentos, poniendo de relieve un resultado ya obtenido desde comienzos de los años 70 del siglo XX, a saber: que la productividad energética de la moderna agricultura ha disminuido y es inferior, por ejemplo, a la de la agricultura tradicional (Pimentel *et.al.*, 1973; Leach, 1976; Naredo y Campos, 1980; Carpintero y Naredo, 2006).

En efecto, cuando se compara la energía total obtenida en forma de producción agraria con la energía requerida en el proceso (procedente de fuera del sector en forma de inputs externos como fertilizantes, combustibles, fitosanitarios, maquinaria, etc.), la agricultura convencional obtiene siempre valores inferiores a la agricultura tradicional y, en ocasiones, incluso por debajo de la unidad.

En todo caso, la evolución decreciente de la eficiencia energética no significa que haya que volver simplemente al siglo pasado y a sus métodos de producción, sino que la agricultura convencional no es sostenible en términos energéticos y es necesario buscar una alternativa, lo que favorece la apuesta por la agricultura ecológica. Desde hace más de cuatro décadas se han sucedido numerosos estudios sobre los balances energéticos de varios países con resultados similares, ya sea en Estados Unidos (Pimentel y Pimentel, 1979; Pimentel, 2005), Italia (Pellizzi, 1992), Suecia (Uhlin, 1998), Dinamarca (Dalgaard, 2001), Suiza (Kytzie *et al.* 2004) Australia (Wood *et al* 2005), o Turquía (Gündoğmuş, 2006).

En el caso español, Naredo y Campos (1980) fueron pioneros en el estudio de los balances energéticos de la agricultura española, donde se recogían las consecuencias de los cambios tecnológicos y químicos que modificaron los flujos de energía dentro del sector agrario español entre 1950-51 y 1977-78. Posteriormente Simón (1999) actualizó los datos para los años 1993-94 y Carpintero y Naredo (2006) para los años 1999-2000. De esta manera se ha acabado teniendo una fotografía razonable sobre la evolución de los balances energéticos de la agricultura para la segunda mitad del siglo XX.



**Cuadro 2.5 Evolución Eficiencia Energética de la agricultura española (agricultura y ganadería). Millones de Kcal.**

	1950-51	1977-78	1993-94	1999-00
<b>Output final</b>	30.308.437	101.473.583	124.428.479	134.805.854
<b>Inputs totales (incluyendo reempleos)</b>	87.457.567	201.728.507	150.794.490	178.385.629
<b>Inputs externos.</b>	4.951.946	82.549.104	89.271.231	106.183.947
<b>EFICIENCIA (output final/inputs externos)</b>	6,12	1,22*	1,39	1,27

\*Dato actualizado según serie de producción corregida. El dato original Naredo y Campos (1980) era 0,74.

Fuente: Carpintero y Naredo (2006).

La mayor disminución de la eficiencia energética es consecuencia de los cambios expuestos anteriormente, y de la intensificación del campo entre la década de los 50 y los años 70. Cabe destacar que, entre finales de los setenta y comienzos de los noventa se produjo una leve mejoría de la eficiencia energética que tuvo lugar en paralelo con un incremento en utilización de energía (maquinaria, fertilizantes o electricidad), lo que, sin embargo, no cabe achacar a un uso más eficiente y medido de los inputs, sino al aumento de los rendimientos energéticos que se produce como consecuencia de la reducción de tierras de cultivo (se abandonan las peores tierras) y, sobre todo, del aumento del regadío que mejora los rendimientos medios de los cultivos y cuyo coste no está computado en términos energéticos (Carpintero y Naredo, 2006).

En los peores resultados de la agricultura convencional han influido, por tanto, la sustitución de los inputs (estiércol y abonado orgánico, tracción animal, control natural de plagas) procedentes del propio sector (reempleos) por los inputs externos dependientes de los combustibles fósiles. De este modo, se ha eliminado una práctica de la naturaleza en general, y de la agricultura tradicional en particular, que no es otra que la del cierre de ciclos de nutrientes y materiales, comportamiento implícito al funcionamiento idóneo de todos los ecosistemas.

Un estudio sobre los posibles ahorros energéticos de una transición hacia un modelo ecológico de los principales cultivos de Canadá concluye que los inputs energéticos se reducirían un 61%. Además se asumiría un rendimiento comparable a un análisis comparativo global de rendimientos (Pelletier *et al*, 2011). Los mismos autores señalan que en la mayoría de estudios comparativos en términos energéticos de los sistemas convencionales y ecológicos, las mejoras energéticas son debidas a cambios en la fertilización y en especial a la fijación biológica del nitrógeno.

La Tabla 2.4 resume diversos estudios en diferentes lugares del mundo, que han demostrado que la energía empleada en la gestión de modelos agrarios ecológicos es significativamente inferior a la empleada en modelos de gestión

convencional, obteniéndose valores que oscilan entre el 20% (trigo en Alemania) y el 90-100% cuando el estudio tiene características generales. En promedio los sistemas ecológicos (con mecanización de las labores al igual que los convencionales y mayor combustible necesario para controlar las malas hierbas de modo mecánico) necesitan de un 60% menos de energía fósil por unidad de alimento producido (Riechmann, 2003).

**Tabla 2.4 Estudios balance energético agricultura ecológica vs convencional.**

	Uso de energía por hectárea (ecológico como % del convencional)	Uso de energía por unidad de producción	Año*	País	Autor/es
<b>Todos los cultivos</b>	-	40	1977	EE.UU	Klepper y otros
<b>Cereales</b>	42-85	50-87	1980	EE.UU	USDA
<b>Total</b>	25-100	50-100	1981	Gran Bretaña	Vine y Bateman
<b>Todos los cultivos</b>	50-90	50-80	1985	EE.UU	Harwood
<b>Total</b>	-	64	2005*	Australia	Wood y otros

\*Año publicación estudio.

Fuente: Lampkin (1998), la indicada en la tabla para los dos últimos casos.

Estos estudios, entre otros, insisten en que los elevados rendimientos obtenidos por la agricultura convencional, son consecuencia de un alto precio pagado por el alto aporte de energía externa, principalmente combustibles fósiles. Los cambios tecnológicos han aumentado la productividad de aquellos recursos renovables como la tierra y el trabajo (con la consecuencia de pérdida de empleabilidad agraria), pero a costa de reducir la productividad del recurso no renovable (energía), lo que deriva en un mayor impacto ambiental.

Si descendemos a escala de cultivos, el estudio de Lacasta y Meco (2000) en Santa Olalla, Toledo (España) además de las ya manifestadas producciones por hectárea y el balance económico, se detiene en analizar también el balance energético para la agricultura cerealista de secano, bajo manejo ecológico y convencional.

Al igual que en los estudios referenciados, el consumo energético en la agricultura convencional es significativamente superior que en agricultura ecológica para cualquiera de los cultivos estudiados (Cuadro 2.6). Esta situación se debe al uso de fertilización química, partida más significativa entre todos los inputs, que junto con el uso de plaguicidas representa entre un 48,5% y un 66,2% del consumo

de energía en cultivos convencionales. La siguiente partida en importancia es el consumo de combustible, principal partida energética en agricultura ecológica.

**Cuadro 2.6 Consumos medios energía externa agricultura ecológica vs convencional (MJ/ha).**

	Maquinaria	Combustible	% labores	Semillas	% semillas	Fertilizante	Plaguicidas	% aportes externos	TOTAL
<b>ECOLÓGICOS</b>									
<b>Cebada sobre barbecho</b>	244	3012	62,5	1950	37,5	0	0	0	<b>5206</b>
<b>Cebada en rotación</b>	220	2247	55,9	1950	44,1	0	0	0	<b>4417</b>
<b>Veza forraje</b>	131	1721	64,9	1000	35,1	0	0	0	<b>2852</b>
<b>Veza enterrada</b>	136	1338	59,6	1000	40,4	0	0	0	<b>2474</b>
<b>Garbanzo</b>	182	1864	62,7	1200	36,8	0	0	0	<b>3264</b>
<b>Girasol</b>	227	2247	98,2	45	1,8	0	0	0	<b>2519</b>
<b>CONVENCIONALES</b>									
<b>Cebada</b>	240	2820	20,6	1950	13,2	9520	289	66,2	<b>14819</b>
<b>Veza forraje</b>	135	1912	31,7	1000	15,5	3120	289	52,8	<b>6456</b>
<b>Garbanzo</b>	172	2247	34,4	1200	17,1	3120	289	48,5	<b>7028</b>
<b>Girasol</b>	199	2629	45,0	45	0,7	3120	289	54,3	<b>6282</b>

Fuente: Lacasta y Meco (2000).

Con los resultados obtenidos como consumo energético en los dos modelos de gestión analizados, no sorprende que la eficiencia energética (Cuadro 2.7) mostrada según rotaciones de cultivos ecológicos y convencionales, y según campañas, sea en todos los casos superior en agricultura ecológica que en la convencional, a pesar de que los autores consideraran en este segundo modelo de gestión la producción de paja como producto energético.

**Cuadro 2.7 Eficiencia energética según rotaciones y años**

	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	Promedio
<b>ECOLOGICA</b>								
<b>Cebada-Barbecho</b>	3,820	1,180	3,990	3,110	2,000	3,390	2,200	2,810
<b>Cebada-Veza forraje</b>	5,930	1,230	10,280	8,530	5,180	5,070	8,290	6,360
<b>Cebada-Girasol</b>	7,280	1,620	7,690	8,770	4,990	2,410	4,740	5,360
<b>CONVENCIONAL</b>								
<b>Cebada-Cebada</b>	4,410	-2,410	4,490	2,870	3,000	1,700	3,380	2,490
<b>Cebada-Veza forraje</b>	2,900	-2,570	5,030	5,310	3,750	1,150	6,430	3,140
<b>Cebada-Girasol</b>	2,600	-6,110	5,440	4,500	4,080	-2,110	4,710	1,870

Fuente: Lacasta y Meco (2000).

### 2.3. BALANCE NUTRICIONAL.

Tal y como se recordaba páginas atrás, no sólo se trata de comparar los rendimientos en términos físicos, monetarios o energéticos. También es importante tener en cuenta el diferente rendimiento nutricional por unidad de producto de cada uno de los cultivos (convencional y ecológico).

En general, los alimentos convencionales tienen un mayor contenido de agua como se indicó anteriormente debido a una mayor necesidad de absorción provocada por el uso de fertilización química. Sin embargo, más proporción de agua no significa que el contenido de nutrientes sea mayor, más bien al contrario: varios

estudios (Tabla 2.5) demuestran cómo los componentes deseables (proteínas, vitaminas, oligoelementos...) son significativamente mayores en los productos orgánicos que en los convencionales. Valga como ejemplo el caso de cómo con la ingesta diaria de una sola manzana orgánica estarían cubiertas las necesidades diarias de una persona -60 mg de ácido ascórbico- mientras que para obtener la misma cantidad de vitamina C se necesitarían ingerir cinco manzanas convencionales (Riechmann, 2003, p. 369-372).

**Tabla 2.5 Estudios nutricionales productos ecológicos vs convencionales. Variación porcentual promedio del producto ecológico respecto al convencional.**

COMPONENTES	Schuphan (1975)***	La iron y otros (1981)				
<b>Deseables</b>						
Materia seca	+23	+26				
Proteínas	+18	+12				
Aminoácidos esenciales*	+13**	+38				
Vitaminas	+28	-				
Potasio	+18	+13				
Hierro	+17	+290				
Fósforo	+13	-6				
Calcio	+10	+56				
Magnesio	-	+49				
<b>No deseables</b>						
Sodio	-12	-				
Aminoácidos libres	-42	-				
Nitratos	-93	-69				
<b>COMPONENTES</b>	<b>Análisis realizados en Madrid (Naredo, 1991)</b>					
<b>Deseables</b>	<b>Puerros</b>	<b>Patatas</b>	<b>Zanahorias</b>	<b>Pimientos</b>	<b>Tomates</b>	
Materia seca	+85	+15	+18	+16	+4	
Magnesio	+30	+10	+9	-13	-2	
Hierro	+34	+38	+166	+74	+19	
Cobre	+74	+24	+36	+21	+22	
Zinc	+27	+27	+21	+9	+35	

\*Excluyendo triptófano.

\*\* Se refiere solo a la metionina.

\*\*\* Producción un 28% más baja.

Fuente: Riechmann (2003).

En el análisis realizado en el mercado de Madrid (Naredo, 1991), sobre la composición nutricional de los puerros, patatas, zanahorias, pimientos y tomates, se observa como para todas las variables estudiadas la cantidad de nutrientes presente en los productos de origen ecológico es significativamente superior a la contenida por los de origen convencional. El hierro, mineral indispensable para el ser humano, es especialmente incrementado en hortalizas cultivadas bajo manejo ecológico.

Los productos orgánicos además de tener mayor contenido nutricional que los convencionales cuentan con la importante virtud de encontrarse libres de componentes no deseables, como residuos de plaguicidas. Un estudio realizado en Estados Unidos por PANNA (Red de Acción en Plaguicidas de América del Norte) informa de que el 100% de una muestra de 9.282 personas tenían pesticidas en su cuerpo, un promedio de 13 de los 23 tipos de pesticidas analizados. Existen límites máximos fijados de residuos, pero ello no es una garantía sólida para la salud de las personas. Además, en un estudio hay que elegir qué sustancias van a ser analizadas, pues estas solo se encuentran cuando se buscan, y dentro de los límites del estudio está el abarcar la infinita cantidad de sustancias diferentes que la industria química ha desarrollado (IFOAM, 2008).

En definitiva, en conjunto, la agricultura orgánica produce alimentos empleando menos agua, con más nutrientes y menos tóxicos, lo que, ya por sí mismo, compensaría en gran medida la tantas veces criticada reducción de los rendimientos por hectárea discutida páginas atrás.

#### **2.4. BALANCE MEDIOAMBIENTAL.**

Alrededor del mundo, la agricultura, especialmente la agricultura química convencional, es la causante de serios problemas medioambientales. Entre ellos destacan la elevada erosión del suelo o el gran consumo y contaminación de agua, la contaminación del ambiente y la pérdida de biodiversidad. Otros problemas que han sido abordados con anterioridad durante el desarrollo del presente trabajo como la gran dependencia de combustibles fósiles y su colaboración al cambio climático. También el uso generalizado de pesticidas, que terminan por recorrer todos los puntos de la biosfera. Estos se acumulan en los cuerpos de los seres vivos de los niveles superiores de la cadena trófica, provocando cáncer, daños genéticos o malformaciones.

Un estudio realizado en Australia compara los impactos ambientales directos e indirectos que se producen en explotaciones convencionales y explotaciones ecológicas (Wood *et al*, 2005). Los resultados se muestran en el Cuadro 2.8. Los autores, a través de encuestas, evalúan el consumo indirecto de energía, la perturbación de la tierra, el uso del agua, el empleo y las emisiones de gases de efecto invernadero.

**Cuadro 2.8 Intensidad impacto medioambiental explotación ecológica vs convencional.**

	EXPLORACIÓN ECOLÓGICA			EXPLORACIÓN CONVENCIONAL		
	Directos	Indirectos	Total	Directos	Indirectos	Total
<b>Energía (MJ/A\$)</b>	2,2	6,6	8,8	1,8	12,0	13,8
<b>Gases efecto invernadero (kg/A\$)</b>	0,2	0,7	0,9	0,1	1,8	1,9
<b>NO<sub>2</sub> (g/A\$)</b>	1,0	3,1	4,0	0,7	5,4	6,1
<b>SO<sub>2</sub> (g/A\$)</b>	0,2	2,1	2,3	0,1	4,0	4,2
<b>Agua (L/A\$)</b>	22,4	24,4	46,8	149,2	61,7	220,9
<b>Erosión del suelo (kha/A\$m)</b>	3,9	0,0	4,0	4,1	0,3	4,5
<b>Empleo (emp-años/A\$m)</b>	9,7	6,8	16,5	12,6	13,6	26,3

Fuente: Wood y otros (2005)

Atendiendo a los efectos medioambientales, en primer lugar, el consumo total de energía es mayor en las explotaciones convencionales que en las ecológicas. Lo mismo ocurre con la emisión de gases efecto invernadero, significativamente superior en las explotaciones convencionales que en las ecológicas. Por otra parte, el consumo de agua por parte de explotaciones convencionales es más de seis veces superior al de explotaciones orgánicas. Finalmente, la erosión del suelo es similar en ambos sistemas de gestión. Este resultado se debe principalmente a la utilización de la tierra para el ganado, ya que en este caso se ha tenido en cuenta la carga ganadera en el cálculo de la erosión del suelo. A continuación, se profundizan algunos de estos aspectos: la erosión del suelo, el consumo y contaminación del agua, la contaminación del ambiente y la pérdida de la diversidad genética.

En primer lugar, el suelo cultivable se está perdiendo a un ritmo entre 20 y 40 veces mayor al que se regenera. Cada año cerca de 10 millones de hectáreas de tierra agraria dejan de ser productivas y son abandonadas. La alimentación mundial depende de la disponibilidad de tierras productivas. El 99% de los alimentos proceden de la tierra y no de los océanos u otros sistemas acuáticos. Por ello, el acelerado ritmo de erosión del suelo junto con el mayor crecimiento experimentado por la población mundial, no puede dejar de ser motivo de creciente preocupación. La erosión del suelo afecta a la productividad de los cultivos ya que reduce su capacidad de retención de agua, nutrientes, materia orgánica así como la profundidad del mismo. La reducción de la capacidad de retener agua para el cultivo es considerado el efecto más dañino, junto con la limitación de nutrientes esenciales (Pimentel, 1999).

Algunos fenómenos relacionados con la erosión del suelo, como la desertificación provocada por la acción humana, son graves a nivel global y especialmente en los países del Sur. Sirvan como ejemplo la degradación de los bosques de África Occidental, la gran sequía del Sahel o las inundaciones

catastróficas como las de Bangladesh. (Swaminathan, 1992, citado en Riechmann 2003). Según el Informe Brundtland (Naciones Unidas, 1987) la Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo determinó que ya hace más de dos décadas, un 29% de la superficie terrestre se clasificaba como desertizada leve, moderada o grave, a mayores de un 6% de la misma clasificada como muy grave.

La agricultura intensiva consume rápidamente el estrato de tierra fértil, sin restaurarlo ni aumentar su fertilidad. El suelo fértil es considerado recurso no renovable por la lentitud de actuación de los ciclos biogeoquímicos. Por ello, la agricultura no debe preocuparse únicamente por aumentar la producción de alimentos sino también por mantener y aumentar la fertilidad del suelo, principio fundamental de la agricultura ecológica (Riechmann, 2003, pp.79-85).

Por otra parte, en el mundo, dos terceras partes del agua empleada por el hombre se dedica a la agricultura. En muchas regiones, llanuras del norte de China o del sur de EE.UU, el agua subterránea se extrae a mayor velocidad de la que el acuífero puede reponerse, algo que es claramente insostenible. La sobreexplotación de los acuíferos es en muchos casos irreversible. Ello no solo afectara a la agricultura, sino también a las personas. El Instituto Internacional para el Manejo del Agua (IWMI) afirma que para el año 2025 más de mil millones de personas residirán en países con absoluta carestía de agua. (Riechmann, 2003, pp.107-109).

El problema no se reduce al enorme desperdicio de agua de riego en muchos estados occidentales, sino que desafortunadamente, el problema se agrava debido a la contaminación del agua por el uso abusivo de abonos inorgánicos y otros productos como los fitosanitarios. La contaminación es tal que repercute directamente en otros agentes del ecosistema que se ven perjudicados por tales prácticas. Los productos químicos, aplicados habitualmente mediante avionetas, llegan con facilidad más allá de los límites del cultivo, acabando con insectos beneficiosos, perjudicando a la vida silvestre y envenenando en algunas ocasiones al propio agricultor, participando en la generación de células cancerígenas (Gliessman, 2002, p. 8-9).

Los plaguicidas alcanzan con facilidad arroyos, ríos, corrientes subterráneas pudiendo llegar finalmente al mar, por lo que en primer lugar se ve afectado todo el ecosistema acuático. A continuación, se impregnan en las cadenas tróficas afectando a todo el ecosistema. Por ejemplo, cuando un depredador se come a un pez afectado por los pesticidas, puede reducir su capacidad reproductiva.

Actualmente, los plaguicidas persistentes, como por ejemplo el DDT (famoso por ser capaz de perdurar en el ambiente durante décadas), están siendo sustituidos por otros menos persistentes en el ambiente. Sin embargo, el problema deriva del hecho de que los sustitutivos son a menudo más tóxicos.

Los fertilizantes lixiviados, a pesar de ser menos tóxicos que los plaguicidas, también tienen efectos perjudiciales sobre el medio. Por ejemplo, en los ecosistemas marinos promueven el excesivo crecimiento de las algas, provocando la muerte de otros organismos. Además, los sedimentos y sales afectan a los cauces de los ríos, destruyendo muchas zonas de pesca y haciendo que algunos humedales no sean aptos para la supervivencia de las aves (Gliessman, 2002, pp. 8-9).

Asimismo, el aire también se ve contaminado por las prácticas convencionales (Altieri, 1999, p.66). El principal factor desencadenante de este hecho es el excesivo consumo de diésel debido a la elevada utilización de la maquinaria agrícola, tal y como se comentó en el análisis energético.

Por último, un problema cada vez mayor es la pérdida de biodiversidad. A lo largo del desarrollo de la agricultura, se fue aumentando la diversidad genética de los cultivos a nivel global. Esto fue posible gracias a dos principales razones: en primer lugar, el ser humano siempre ha tratado de domesticar especies silvestres y en segundo lugar, se han ido seleccionando variedades con unas determinadas características para cada lugar a través del fitomejoramiento.

Sin embargo, recientemente las plantas domesticadas han visto reducida su diversidad genética, al mismo tiempo que otras variedades se han dado por extintas o están en proceso de extinción. Simultáneamente, la base genética de los cultivos principales se ha ido uniformizando. Por ejemplo, a nivel mundial únicamente seis variedades de maíz acaparan el 70% de los cultivos de este cereal (Gliessman, 2002, p. 9-10).

Esta pérdida ha sido causada mayoritariamente por la importancia que la agricultura convencional le da al rendimiento y las ganancias en el corto plazo. De modo que cuando se descubren variedades muy productivas, se tiende a utilizarlas mayoritariamente, sustituyendo a otras variedades que podrían tener otro tipo de características interesantes. Además, esta homogeneidad en los cultivos es coherente con la maximización de la productividad debido a que permite la estandarización de las prácticas agrícolas, optimizando de este modo el proceso.



No obstante, esto hace que los cultivos se vuelvan más vulnerables a enfermedades y plagas que han adquirido resistencia a los plaguicidas. Asimismo, los cultivos se hacen más propensos a padecer inclemencias climáticas u otros factores relacionados con el ambiente. Por ejemplo, en 1968 una plaga atacó el cultivo de sorgo causando cuantiosas pérdidas económicas en Estados Unidos. Además, en la siguiente campaña se invirtieron millones de dólares en plaguicidas para controlar la situación. Posteriormente, unos científicos descubrieron una variedad de sorgo desconocida para los agricultores, la cual era resistente a dicha plaga. Dicha variedad se empleó para crear un híbrido resistente a la plaga que posteriormente se utilizó extensivamente sin la dependencia de los plaguicidas (Gliessman, 2002, p. 9-10).

El ejemplo anterior pone de manifiesto la problemática de la extinción de las especies y variedades, ya que hay características potencialmente beneficiosas que pueden no haber sido descubiertas aún, y que en caso de extinguirse nunca podrán ser descubiertas. Esto hace que las generaciones futuras no puedan hacer un uso adecuado de especies que podrían haber supuesto una solución o un cambio ante determinadas situaciones como la anteriormente descrita.

Por otra parte, los cultivos dependen en gran medida de otros organismos como la abundancia de los insectos benéficos, la presencia y frecuencia de depredadores y parásitos o de los agentes polinizadores. Por lo tanto, no solo es necesario preservar la diversidad de los cultivos sino también de toda la flora y fauna involucrada en el agroecosistema (Altieri, 1999, p.68).

Un estudio reciente<sup>12</sup> llevado a cabo por un grupo de científicos internacionales, dirigido por Tim Newbold (2016) en la *University College London* (Reino Unido), cuantifica en detalle los efectos de la pérdida mundial de biodiversidad. La pérdida de biodiversidad, uno de los nueve límites planetarios establecidos en el año 2009 por el grupo de científicos liderado por Johan Rockström, se ha sobrepasado en el 58,1% de la superficie de la Tierra, la cual alberga al 71,4% de la población mundial.

Según el estudio de Tim Newbold, publicado en la revista *Science*, la biodiversidad mundial se ha reducido en un 15,4% (el límite planetario seguro había sido fijado en el 10%). La situación más grave se produce en las praderas de las zonas templadas, donde se desarrolla la mayor parte de la agricultura. Esta

---

<sup>12</sup> Consultado en SINC, La ciencia es noticia. "La biodiversidad ha caído por debajo del umbral seguro por el uso del suelo" Disponible en <http://www.agenciasinc.es/Noticias/La-biodiversidad-ha-caido-por-debajo-del-umbral-seguro-por-el-uso-del-suelo> [consulta: 15/07/2016].

desastrosa pérdida de biodiversidad, culpa del incontrolado cambio en los usos del suelo por parte de la actividad humana, puede alterar negativamente funciones ecológicas tan importantes como son el ciclo de los nutrientes o la polinización. Por último, Tim Newbold declara que se debería prestar igual atención a la recesión ecológica que a la económica, pues puede traer graves consecuencias y alejarnos del objetivo global de lograr un Desarrollo Sostenible.

A la luz de los datos expuestos, se pone de relieve el elevado impacto ambiental de la agricultura convencional. Por otra parte, también se hace evidente que la agricultura ecológica es capaz de disminuir notablemente dicho impacto mediante sus prácticas sostenibles, como por ejemplo, la disminución del uso de fertilizantes en favor de la rotación de cultivos leguminosos o el control natural de las plagas.

### ***Los costes ocultos de la agricultura convencional.***

Los daños originados por la agricultura convencional, descritos anteriormente, son “externalidades”, suponen costes ocultos que recaen sobre la sociedad presente, sobre las generaciones futuras y también sobre los demás seres vivos con los que el ser humano convive en el planeta. Un análisis comparativo completo entre la agricultura convencional y ecológica tiene que reflejar los costes ocultos, a pesar de la insuficiencia de los métodos empleados en la cuantificación tanto de daños ambientales como sanitarios (Riechmann, 2003 pp-372-375).

En Estados Unidos se calcula que el impacto ambiental provocado por la agricultura asciende a un coste de 44.000 millones de dólares anuales. En Reino Unido, los costes ocultos de la agricultura industrial, incluyendo la descontaminación del agua, la erosión del suelo y gastos médicos, ascienden a más de 2.300 millones de libras anuales (Pimentel *et al.* 1995; Pretty. J.N. *et al.* 2000, citado en Riechmann 2003) Sin embargo, las “externalidades” negativas de la agricultura ecológica, ascenderían a una tercera parte de las de la agricultura convencional, siendo compensadas por las externalidades positivas más elevadas. En la Tabla 2.6 se detalla el coste de cada daño ambiental producido en dos estudios realizados uno en Dinamarca y el otro en EE.UU.

Si los costes ocultos son tenidos en cuenta, producir alimentos según métodos convencionales no es tan económico como se publicita habitualmente. El economista agrario, Jules N. Pretty, manifiesta que en Gran Bretaña (al igual que en otros países europeos) la sociedad paga por el mismo alimento tres veces: al adquirirlos, al pagar los subsidios a los agricultores y al cubrir los costes

ambientales provocados por la contaminante agricultura convencional. Sobre el mismo tema afirma la Coordinadora Campesina Europea que no es admisible continuar pagando los alimentos por debajo de coste de producción mientras luego estamos obligados a pagar los daños causados con impuestos y salud. En algunas regiones alemanas, las compañías que gestionan el agua potable, pagan a los agricultores por convertir su explotación en ecológica, resultándoles esto más barato que descontaminar el agua (Halweil. B., 2002, citado en Riechmann 2003).

**Tabla 2.6 Estudios costes ambientales agricultura ecológica vs convencional.**

Estudio	País	Año publicación	Autor/es
Costes ambientales agricultura convencional comparada con la agricultura ecológica coronas/ha	Dinamarca	1995	Sindicato de trabajadores Danés (SiD)
<b>INGRESOS</b>			
<b>Extra de la actividad agrícola convencional + 1500</b>			
<b>GASTOS</b>			
<b>Descontaminación acuíferos (plaguicidas) - 900</b>			
<b>Descontaminación acuíferos (nitratos) - 793</b>			
<b>Biodiversidad - 225</b>			
<b>Contaminación marina por nitratos -592</b>			
<b>Valor recreativo - 630</b>			
<b>Consumo energético - 675</b>			
<b>Salud humana - 1044</b>			
<b>TOTAL - 4879</b>			
Constes ambientales de la producción convencional de maíz \$/ha	EE.UU	1999	Pimentel
<b>Pérdida de nutrientes en el suelo 113</b>			
<b>Pérdida de agua a causa de la erosión 50</b>			
<b>Contaminación por purines y estiércoles 5</b>			
<b>Impacto de los sedimentos aguas abajo 37,5</b>			
<b>Impacto de los plaguicidas 50</b>			
<b>TOTAL 280,5</b>			

Fuente: Riechmann (2003) y Pimentel (1999).

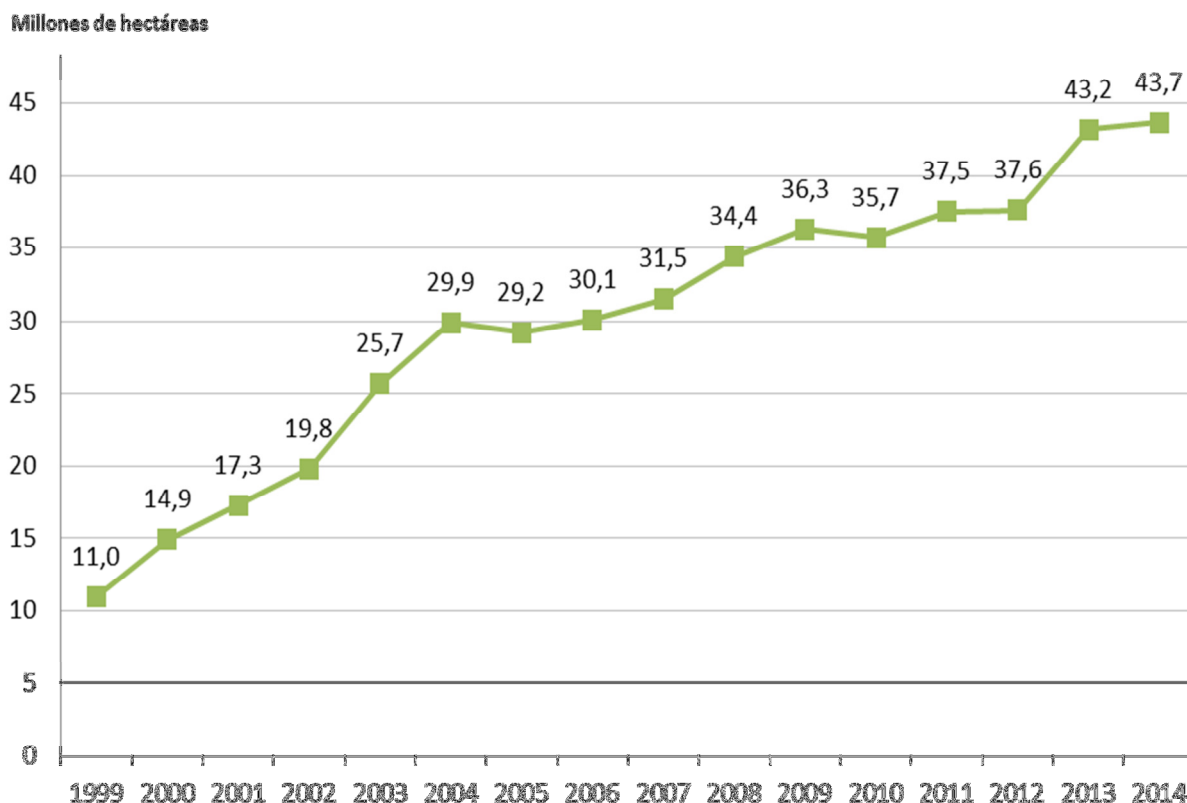
### 3. PANORÁMA GENERAL DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA<sup>13</sup>.

Una vez explicadas en el capítulo anterior las ventajas de la agricultura ecológica en términos económicos, energéticos, nutricionales y medioambientales, se procede a describir el panorama actual de la agricultura ecológica. De este modo, pueden ser corroboradas dichas ventajas por la extensión y crecimiento de la superficie y operadores de agricultura ecológica certificada tanto a escala mundial, nacional y regional.

#### 3.1. PERSPECTIVA MUNDIAL.

Según el último informe publicado por FIBL & IFOAM, *The World of Organic Agriculture 2016*, un total de 43.662.446 hectáreas se cultivan bajo manejo ecológico por un total de 2.260.361 productores orgánicos en el año 2014. El número de países (o regiones) que aportaron datos sobre agricultura ecológica fueron 172, el 76% de un total de 227 (número de países y regiones disponibles en la base de datos de la FAO).

Gráfico 3.1 Evolución de la agricultura ecológica global.

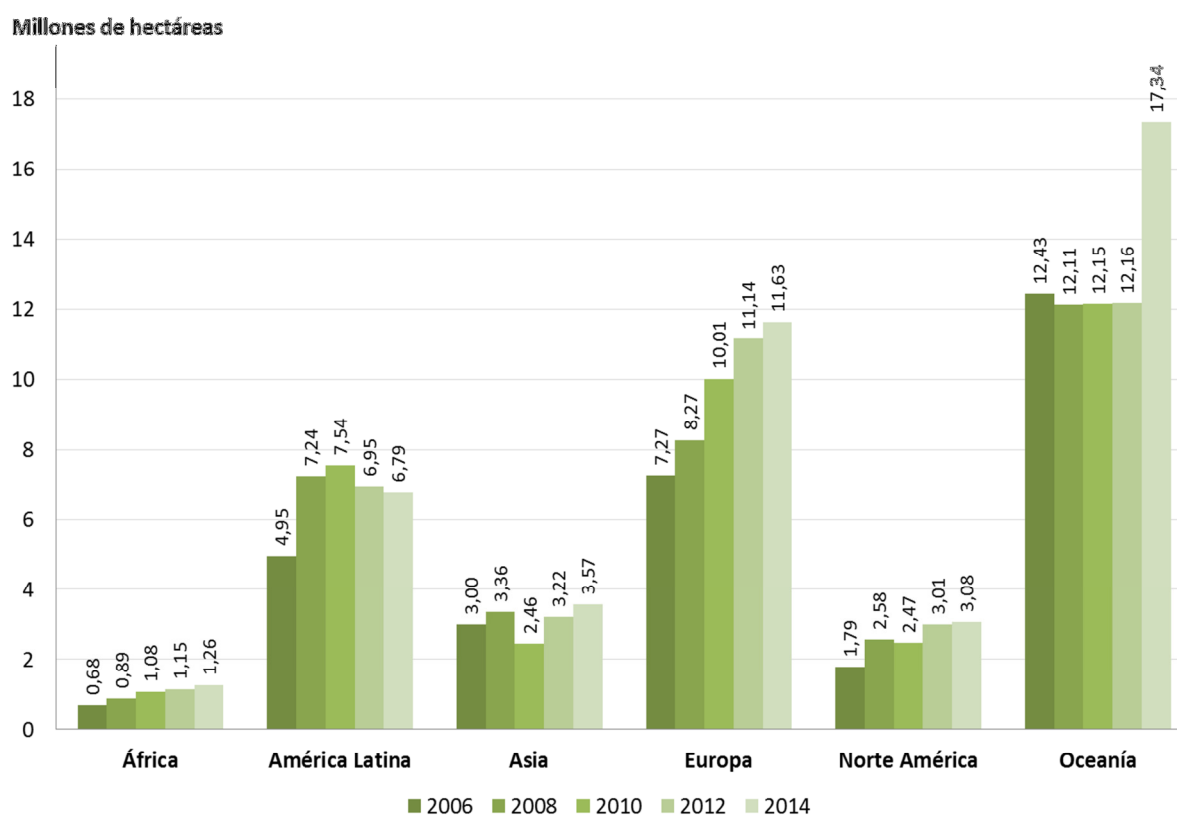


Fuente: The World of Organic Agriculture 2016 (FIBL & IFOAM)

<sup>13</sup> En todos los datos presentados se contabiliza como ecológica la superficie calificada en conversión.

La evolución de la superficie de agricultura ecológica a nivel global manifiesta una tendencia positiva de manera continuada como se aprecia en el gráfico. En un periodo de 15 años (1999-2014) la superficie orgánica mundial se ha cuadruplicado. El análisis por regiones revela que en 2014 la superficie orgánica se ha incrementado en todas ellas salvo en América Latina y destaca el importante aumento de superficie ecológica entre el año 2012 y 2014 en Oceanía (Gráfico 3.2). Sesenta y nueve países experimentaron un acrecentamiento en su superficie agraria ecológica, sin embargo, la misma descendió en 47 países y se mantuvo o no se disponen de datos en 49. El mayor aumento se produjo en Nigeria, Myanmar, Tonga y Malta (FIBL & IFOAM, 2016).

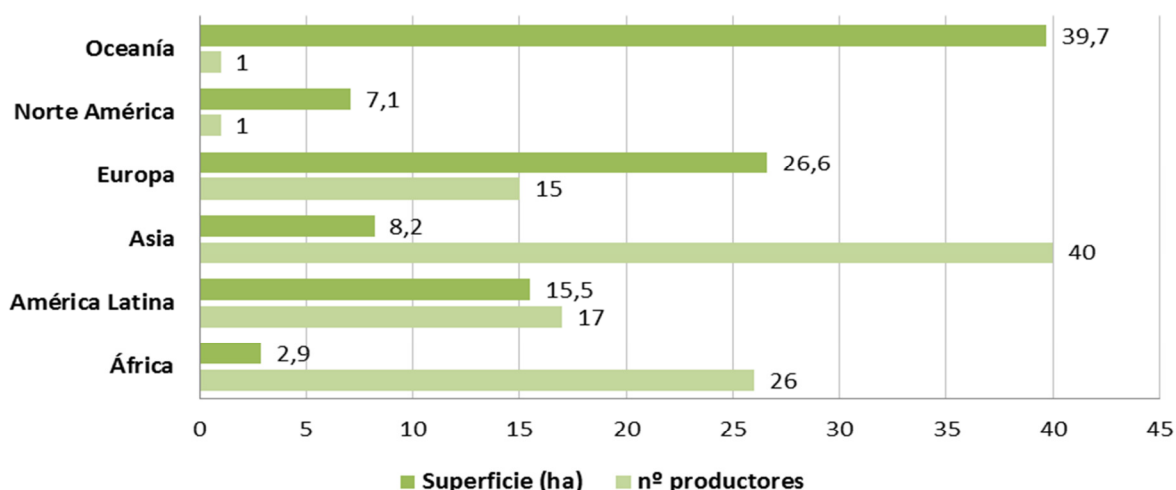
**Gráfico 3.2 Evolución de la agricultura ecológica según regiones.**



Fuente: The World of Organic Agriculture 2016 (FIBL & IFOAM)

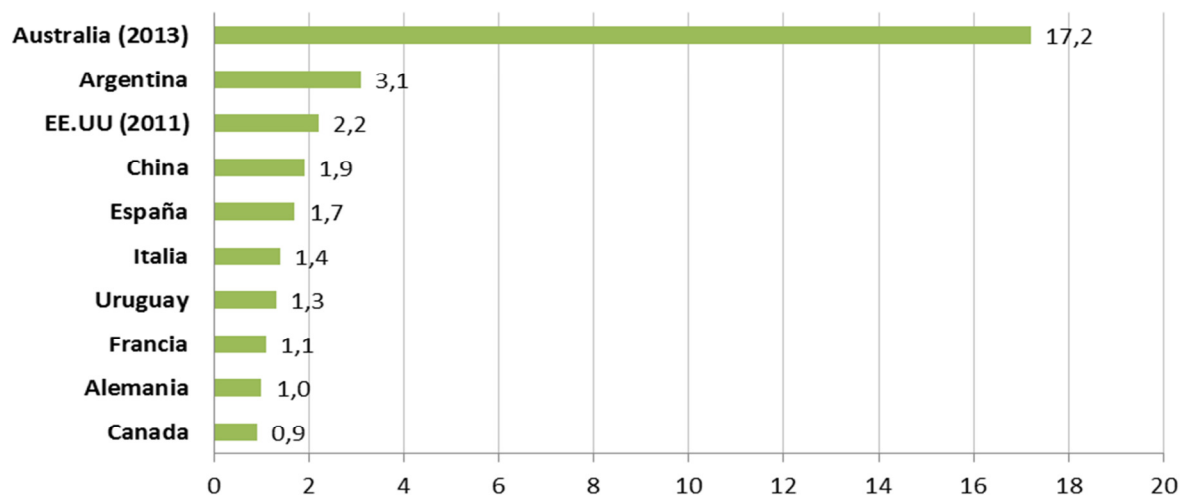
La región con mayor superficie ecológica es Oceanía con 17,3 millones de hectáreas seguida de Europa que cuenta con 11,6 millones de hectáreas, América Latina (6,8 MMha), Asia (3,6 MMha) y África (1,3 MMha). Sin embargo, las regiones con mayor número de productores ecológicos son Asia, África y América Latina, que juntas representan más de tres cuartas partes del total (Gráfico 3.2). El país con mayor superficie agraria ecológica con diferencia es Australia (17,2 MMha) seguido de Argentina (3,1MMha) (Gráfico 3.4) El ranking de productores orgánicos es liderado por India seguida de Uganda y México (Gráfico 3.5).

**Gráfico 3.3 Distribución de la superficie y productores ecológicos mundiales. Año 2014. (%)**



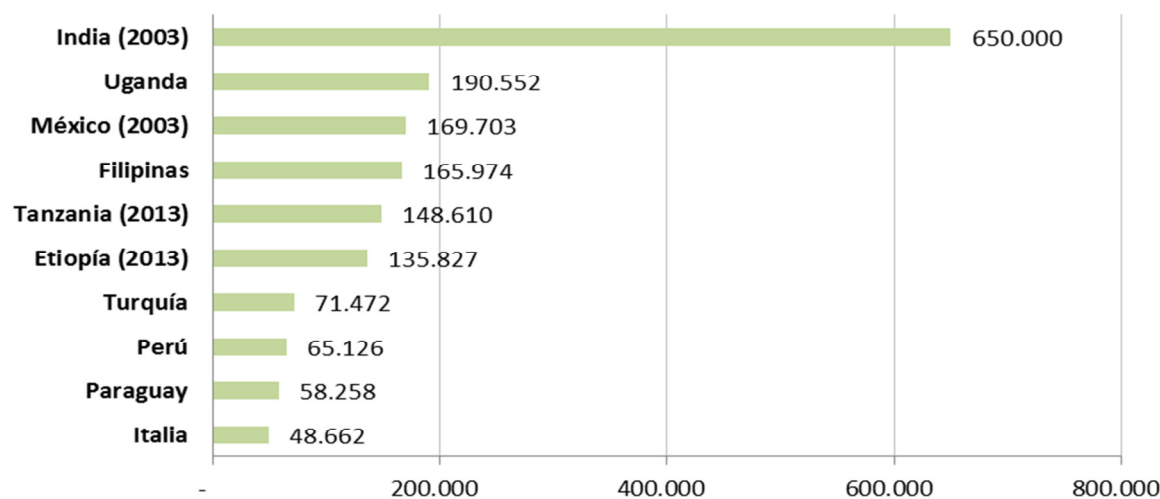
Fuente: The World of Organic Agriculture 2016 (FIBL & IFOAM)

**Gráfico 3.4 Países con mayor superficie ecológica. Año 2014. (Millones de hectáreas)**



Fuente: The World of Organic Agriculture 2016 (FIBL & IFOAM)

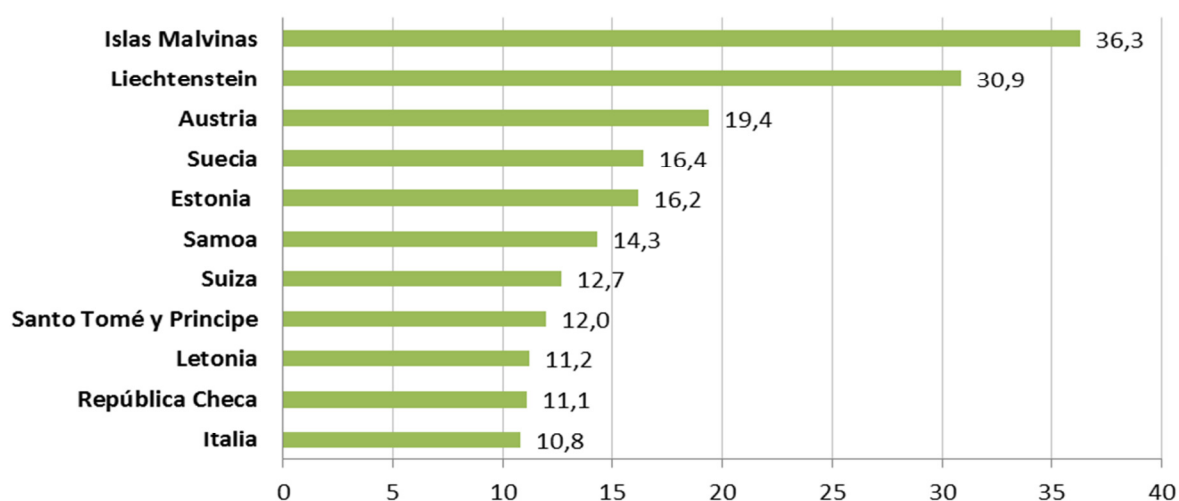
**Gráfico 3.5 Países con mayor número de productores ecológicos. Año 2014.**



Fuente: The World of Organic Agriculture 2016 (FIBL & IFOAM)

El conjunto de la agricultura ecológica representa el 1% de la superficie agraria global. Por regiones Oceanía tiene el mayor porcentaje ecológico (4,1%), seguida por Europa (2,4%) y América Latina (1,1%). En la Unión Europea la agricultura orgánica representa el 5,7 % del total. En el resto de regiones el porcentaje es menor del 1%. Sin embargo, en muchos países la agricultura ecológica tiene una representación más alta, y once superan el 10%, la mayoría de ellos localizados en Europa (Gráfico 3.). Por otro lado, en el 59% de los países observados el porcentaje de agricultura ecológica se encuentra por debajo del 1% del total de superficie agraria (FIBL & IFOAM, 2016).

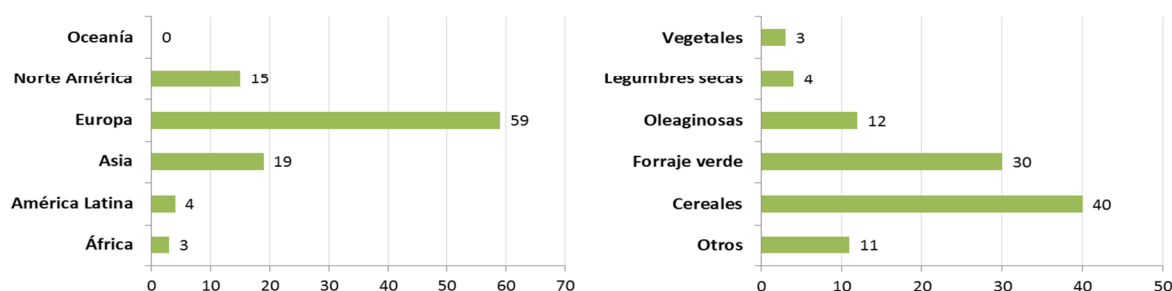
**Gráfico 3.6 Países cuya superficie ecológica representa más del 10% de la superficie total agraria. Año 2014.**



Fuente: The World of Organic Agriculture 2016 (FIBL & IFOAM)

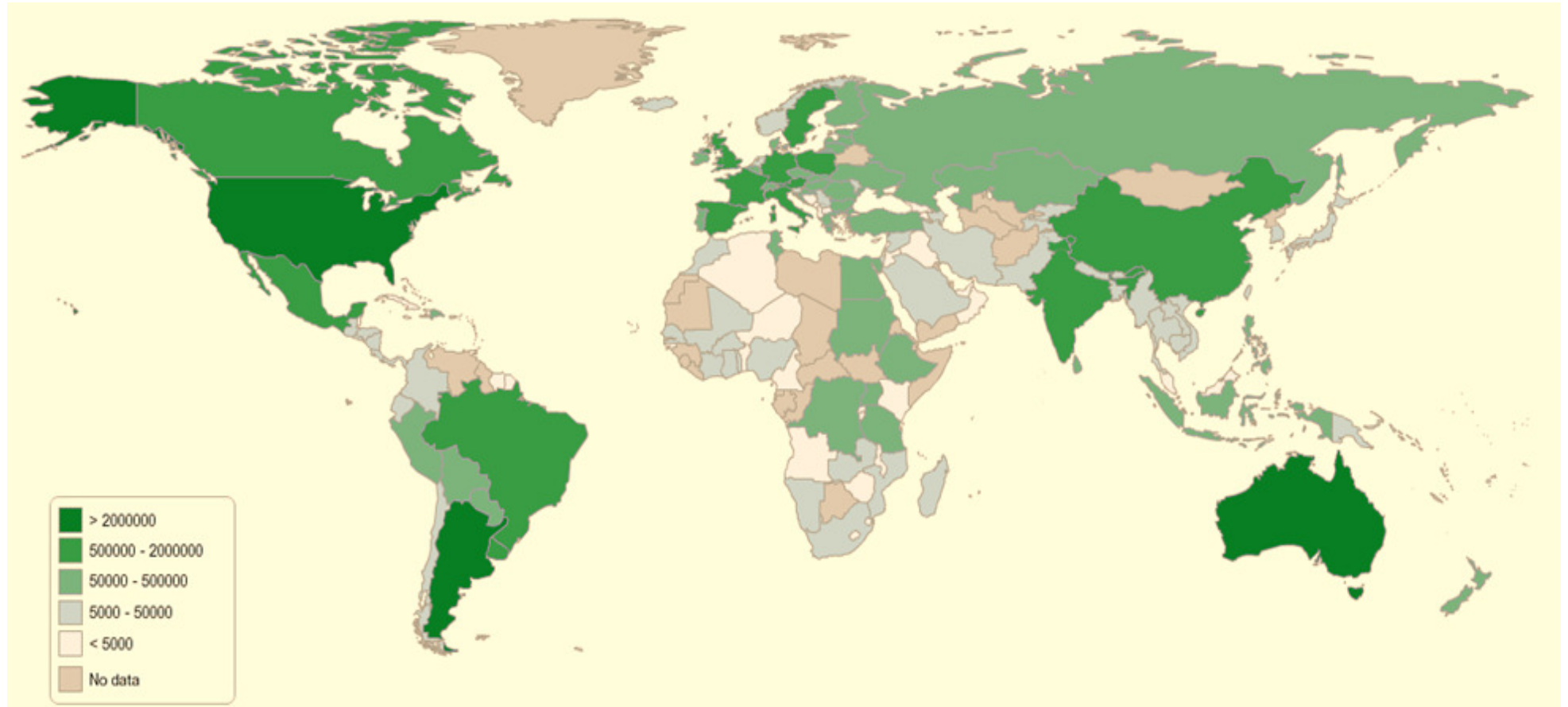
Centrando el análisis en la superficie ecológica dedicada a cultivos de tierras arables, algo más de 8,5 millones de hectáreas representan el 19% del total de la superficie orgánica global, y únicamente el 0,6% de la superficie dedicada a cultivos arables en el mundo. El 59% de la superficie arable se localiza en Europa, seguida de Asia (19%) y Norte América (15%). La mayor parte de esta categoría de tierra es empleada para cultivar cereales (3,4 MMha incluyendo el arroz), seguido por el forraje verde (2,6MMha) y las oleaginosas (1MMha) (Gráfico 3.).

**Gráfico 3.7 Distribución superficie de tierras arables según regiones y cultivos. Año 2014. (%)**



Fuente: The World of Organic Agriculture 2016 (FIBL & IFOAM)

Figura 3.1. Mapamundi agricultura ecológica. Año 2014. (Hectáreas)



Fuente: FIBL<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Mapa generado con StatPlanet Software a través del siguiente enlace <http://www.organic-world.net/statistics/statistics-data-tables/maps.html>.



### 3.2. EL CASO ESPAÑOL.

La agricultura ecológica española en el último siglo ha evolucionado positivamente. La superficie agraria ecológica (Cuadro 3.1) así como el número de productores agrarios ecológicos (Cuadro 3.2) se ha incrementado año tras año. Lo mismo ocurre en la región de Castilla y León y en la provincia de Zamora.

**Cuadro 3.1 Evolución superficie (ha) de agricultura ecológica.**

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>ESPAÑA</b>	485.079	665.055	725.254	733.182	807.569	926.390	988.323
<b>CyL</b>	15.984	12.516	13.502	14.470	12.153	1 2.639	1 7.842
<b>ZAMORA</b>	508	565	1.187	1.416	2.029	2.225	2.705
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>ESPAÑA</b>	1.317.752	1.602.868	1.650.866	1.845.039	1.756.548	1.610.129	1.663.189
<b>CyL</b>	1 8.912	22.154	26.356	31.351	30.578	33.153	28.764
<b>ZAMORA</b>	3.659	4.928	6.605	10.980	10.100	9.570	9.198

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

En el periodo analizado (2001-2014) en España el número de productores agrarios ecológicos prácticamente se ha duplicado, con una tasa de crecimiento anual acumulado de 5,32%. En Castilla y León y en Zamora la evolución ha sido aún más acentuada, con unas tasas de crecimiento anual acumulado de 11,46% y 22,67% respectivamente. Zamora pasa de contar únicamente con 12 productores agrarios en el año 2001 a un total de 171 en el año 2014.

**Cuadro 3.2 Evolución número de productores agrarios en gestión ecológica.**

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>ESPAÑA</b>	15.607	16.521	17.028	16.013	15.693	17.214	18.226
<b>CyL</b>	136	142	162	190	217	234	352
<b>ZAMORA</b>	12	19	24	30	43	48	57
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>ESPAÑA</b>	21.291	25.291	27.877	32.206	30.462	30.502	30.602
<b>CyL</b>	284	334	368	523	535	551	557
<b>ZAMORA</b>	62	89	111	190	184	183	171

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Analizando la evolución de la agricultura orgánica en términos de superficie, en el caso de España la superficie ecológica se ha triplicado, con una tasa de crecimiento anual acumulado de 9,94%. En Castilla y León la superficie también ha aumentado, pero a un ritmo menor (4,62%). En el caso de la provincia de Zamora, la tasa de crecimiento ha sido de 24,96% muy superior a las anteriores. La superficie ha aumentado en más de 8.000 hectáreas, pasando de 508ha en el año 2001 a un total de 9.198ha en el año 2014.

**Cuadro 3.3 Representación (%) agricultura ecológica frente convencional, año 2009.**

	Nº PRODUCTORES	SUPERFICIE
<b>ESPAÑA</b>	2,60	5,24
<b>CyL</b>	0,35	0,33
<b>ZAMORA</b>	0,66	0,63

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y Censo Agrario 2009 (INE).

España es en la Unión Europea el país con mayor superficie agraria ecológica, a pesar de manifestar reducida representación en el último censo agrario realizado en el año 2009 (Cuadro 3.3.). Actualmente la superficie ecológica según datos europeos en el año 2014 es el 7,3% de la superficie agraria utilizada (SAU), aunque otros países de la Unión Europea la superan en representación orgánica frente a convencional como se apreciaba en el Gráfico 3.7. La superficie orgánica española registrada en el mismo año 2014 representa en Europa el 16,6% de la superficie agraria ecológica. En número de productores agrarios ecológicos únicamente le supera Italia de los 28 países miembros, también Turquía si tenemos en cuenta a los países candidatos a formar parte de la Unión Europea (EUROSTAT).

### **Análisis según Comunidades Autónomas.**

Ordenando las Comunidades Autónomas por superficie de agricultura ecológica en el año 2014 el ranking es liderado por Andalucía (51,32% del total), seguida por Castilla la Mancha (17,11) y Cataluña (6,36%). La región de Castilla y León ocupa la posición número nueve representado el 1,73% de la superficie total (Cuadro 3.4).

**Cuadro 3.4 Superficie agricultura ecológica por Comunidades Autónomas, año 2014.**

	SUPERFICIE TOTAL		TIERRAS ARABLES	
	ha	%	ha	%
<b>ANDALUCÍA</b>	853.494,24	51,32	54.436,27	23,49
<b>ARAGÓN</b>	53.161	3,20	27.311,90	11,78
<b>ASTURIAS</b>	16.163,24	0,97	42,1755	0,02
<b>BALEARES</b>	25.440,94	1,53	8.139,51	3,51
<b>CANARIAS</b>	9.182,47	0,55	210,877	0,09
<b>CANTABRIA</b>	3.667,63	0,22	7,82	0,00
<b>CASTILLA Y LEÓN</b>	28.763,71	1,73	17.666,64	7,62
<b>CASTILLA-LA MANCHA</b>	284.599,55	17,11	89.696,90	38,70
<b>CATALUÑA</b>	105.805,83	6,36	9.004,41	3,89
<b>COMUNIDAD VALENCIANA</b>	50.917,00	3,06	4.924,12	2,12
<b>EXTREMADURA</b>	80.711,66	4,85	3.193,70	1,38
<b>GALICIA</b>	13.536,40	0,81	518,2677	0,22
<b>LA RIOJA</b>	4.440,27	0,27	91,4987	0,04
<b>MADRID</b>	8.346,62	0,50	752,7227	0,32
<b>MURCIA</b>	57.540,15	3,46	7.667,64	3,31
<b>NAVARRA</b>	64.544,09	3,88	7.609,16	3,28
<b>PAÍS VASCO</b>	2.874,37	0,17	483,09	0,21
<b>TOTAL NACIONAL (ha)</b>	1.663.189,16	100,00	231.756,70	100,00

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Si consideramos únicamente la superficie de agricultura ecológica dedicada a cultivos de tierras arables (cereales, legumbres, tubérculos, cultivos industriales...) para el mismo año 2014 Castilla y León se coloca en la cuarta posición con un 7,62% de la superficie total. El primer puesto en este caso es ocupado por Castilla la Mancha (38,70%), seguida de Andalucía (23,49%) y Aragón (11,76%).

El número de productores ecológicos por Comunidades Autónomas se muestra en el Cuadro 3.5. La Comunidad Autónoma con mayor número de productores ecológicos es Andalucía que junto con Castilla la Mancha suman más del 50% del total de productores.

**Cuadro 3.5 Número de productores ecológicos por Comunidades Autónomas, año 2014.**

	Nº prod.	%		Nº prod.	%
<b>ANDALUCÍA</b>	9.983	32,62	<b>COMUNIDAD VALENCIANA</b>	1.771	5,79
<b>ARAGÓN</b>	667	2,18	<b>EXTREMADURA</b>	2.945	9,62
<b>ASTURIAS</b>	364	1,19	<b>GALICIA</b>	482	1,58
<b>BALEARES</b>	505	1,65	<b>LA RIOJA</b>	247	0,81
<b>CANARIAS</b>	962	3,14	<b>MADRID</b>	262	0,86
<b>CANTABRIA</b>	210	0,69	<b>MURCIA</b>	2.297	7,51
<b>CASTILLA Y LEÓN</b>	557	1,82	<b>NAVARRA</b>	486	1,59
<b>CASTILLA-LA MANCHA</b>	6.421	20,98	<b>PAÍS VASCO</b>	333	1,09
<b>CATALUÑA</b>	2.110	6,89	<b>TOTAL NACIONAL (ha)</b>	30.602	100,00

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

### ***Agricultura Ecológica en Castilla y León.***

En la Comunidad Autónoma de Castilla y León, la provincia que cuenta con mayor superficie agraria ecológica es Zamora (31,98%), a la que sigue León (13,39%) y Valladolid (12,41%). Así mismo Zamora es la provincia que dedica un número mayor de hectáreas a cultivos de tierras arables (39,13%), por encima de Palencia (13,80%) y de Valladolid (13,79%) (Cuadro 3.6.)

**Cuadro 3.6 Superficie agricultura ecológica provincias de Castilla y León, año 2014.**

	SUPERFICIE TOTAL		TIERRAS ARABLES	
	ha	%	ha	%
<b>ÁVILA</b>	2.989,99	10,40	585,34	3,31
<b>BURGOS</b>	2.859	9,94	1.392,43	7,88
<b>LEÓN</b>	3.850,70	13,39	950,0624	5,38
<b>PALENCIA</b>	2.707,17	9,41	2.438,81	13,80
<b>SALAMANCA</b>	613,51	2,13	289,8925	1,64
<b>SEGOVIA</b>	2.279,15	7,92	1985,102	11,24
<b>SORIA</b>	695,92	2,42	676,26	3,83
<b>VALLADOLID</b>	3.569,78	12,41	2.435,46	13,79
<b>ZAMORA</b>	9.198,46	31,98	6.913,28	39,13
<b>CASTILLA Y LEÓN</b>	28.763,71	100,00	17.666,64	100,00

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Los cereales son el cultivo mayoritario en tierras arables, doblando en superficie a las legumbres y los forrajes. Tubérculos y raíces son un cultivo minoritario en general, siendo en las provincias de Soria y Segovia donde más superficie se les dedica. Zamora destaca en el resto de cultivos de tierras arables (Cuadro 3.7).

**Cuadro 3.7 Superficie (ha) por tipo de cultivo de tierras arables, año 2014.**

	Cereales	Legumbres	Tubérculos y raíces	Cultivos industriales	Forrajes	TOTAL
<b>ÁVILA</b>	236,34	139,00		10,40	199,60	585,34
<b>BURGOS</b>	636,29	157,72	5,43	125,06	467,92	1.392,43
<b>LEÓN</b>	583,22	134,07	2,59	14,90	215,28	950,06
<b>PALENCIA</b>	1.172,62	439,44	3,67	192,39	630,69	2.438,81
<b>SALAMANCA</b>	129,41	92,09	0,46	0,00	67,93	289,89
<b>SEGOVIA</b>	752,44	265,92	19,28	545,03	402,43	1.985,10
<b>SORIA</b>	404,74	74,38	29,16	110,78	57,20	676,26
<b>VALLADOLID</b>	1.000,15	605,13	1,96	244,11	584,11	2.435,46
<b>ZAMORA</b>	2.994,39	1.430,45	0,76	1.120,36	1.367,32	6.913,28
<b>CASTILLA Y LEÓN</b>	7.909,60	3.338,20	63,31	2.363,03	3.992,48	17.666,64
<b>ESPAÑA</b>	154.759,87	41.215,55	296,67	11.593,00	22.795,98	231.756,70

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

En Castilla y León el mayor número de productores ecológicos se localiza en la provincia de Zamora (30,70%), en segundo lugar se posiciona Valladolid (18,67%) seguida por Burgos (11,49%) (Cuadro 3.8.)

**Cuadro 3.8 Número de productores ecológicos Castilla y León, 2014.**

	Nº prod.	%		Nº prod.	%
<b>ÁVILA</b>	36	6,46	<b>SEGOVIA</b>	53	9,52
<b>BURGOS</b>	64	11,49	<b>SORIA</b>	15	2,69
<b>LEÓN</b>	55	9,87	<b>VALLADOLID</b>	104	18,67
<b>PALENCIA</b>	29	5,21	<b>ZAMORA</b>	171	30,70
<b>SALAMANCA</b>	30	5,39	<b>CASTILLA Y LEÓN</b>	557	100,00

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Cómo se introducía al inicio de este capítulo dedicado al panorama general de la agricultura ecológica, la superficie y el número de productores de agricultura ecológica ha aumentado durante el periodo analizado tanto a nivel global, nacional como regional. También a nivel provincial, como es el caso de Zamora (Cuadro 3.1 y Cuadro 3.2) provincia en donde se localiza el estudio de caso, en el que se realiza un análisis comparado entre una explotación ecológica y otra convencional, que se expone en el siguiente capítulo.

## 4. ESTUDIO DE CASO.

Una vez analizada la controversia sobre los rendimientos entre la agricultura convencional y la agricultura ecológica desde la perspectiva económica, energética nutricional y ambiental, y expuesto el panorama de la agricultura ecológica a nivel mundial, nacional y regional, se exponen los resultados obtenidos al comparar una explotación agraria convencional frente a otra ecológica en la provincia de Zamora. Tal comparativa se realiza desde una doble perspectiva: económica y ecológica, aunque queremos subrayar que simplemente se realiza a título indicativo ya que se recoge información para un único año y, tal y como se ha mencionado páginas atrás, conviene siempre tener una perspectiva temporal más amplia. Con todo y con eso, y teniendo presente esta cautela, pensamos que los resultados son lo suficientemente interesantes.

### 4.1. CONTEXTUALIZACIÓN

Las explotaciones objeto de estudio se ubican geográficamente en la comarca de Benavente y los Valles, en el norte de la provincia de Zamora. La explotación ecológica pertenece a la localidad de Mózar de Valverde, pedanía del municipio de Villanázar. La explotación convencional se encuentra en el municipio de Arcos de la Polvorosa. Las dos localidades distan entre sí 6,5 km en línea recta. Un monte de encina se interpone entre la superficie de tierras arables de sus correspondientes términos municipales.

**Figura 4.1 Vista aérea y parcelación Mozar de Valverde y Arcos de la Polvorosa.**



Fuente: SIGPAC (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente).

Los ríos Tera, Esla y Órbigo componen la hidrografía de la zona de estudio. En ambos municipios predomina la agricultura de regadío (principalmente maíz y remolacha). En Mózar de Valverde el sistema de riego implantado es mediante balsa, el agua se bombea desde el río hacia la balsa y se riega por presión. En Arcos de la Polvorosa, el agua de riego llega a través del Canal de Manganeses desde el embalse de Barrios de Luna, que se localiza en el norte de la provincia de León.

El clima mediterráneo continentalizado y una altitud media de la comarca de 744 metros sobre el nivel del mar, proporciona inviernos muy fríos (temperaturas que no superan los 5°C) y veranos muy calurosos (25°C de temperatura media). Las heladas invernales se producen con frecuencia, prolongando su presencia incluso en primavera. La precipitación durante el año es equilibrada, salvo en los meses de verano, julio y agosto cuando se reduce.

**Cuadro 4.1 Superficie, producción y rendimientos Explotación Ecológica.**

	Superficie (ha)	Producción (kg)	Rendimiento (Kg/ha)
<b>CAMPAÑA 2011-2012.</b>			
Garbanzo	4,00	1300	325,00
Cebada paja	11,00	23160	2105,45
Cebada grano	8,56	25680	3000,00
Alfalfa	21,23	130000	6123,41
Alfalfa grano	2,00	300	150,00
Veza grano	0,69	900	1304,35
Veza paja	0,69	350	507,25
Veza paja	3,23	13120	4061,92
<b>CAMPAÑA 2012-2013.</b>			
Garbanzo	3,21	2250	700,93
Alubia	0,64	620	968,75
Cebada grano	10,58	25500	2410,21
Cebada paja	10,58	27080	2559,55
Alfalfa	12,72	66400	5220,13
Veza grano	5,00	4800	960,00
<b>CAMPAÑA 2013-2014.</b>			
Cebada grano	8,84	16700	1889,14
Alfalfa	11,00	72500	6590,91
Girasol	10,00	25000	2500,00
<b>CAMPAÑA 2014-2015.</b>			
Cebada grano	10,27	27350	2663,10
Trigo	3,15	11300	3587,30
Girasol	8,86	10240	1155,76
Alfalfa	7,00	9600	1371,43
Alfalfa grano	7,00	1600	228,57

Fuente: Elaboración propia.

La explotación ecológica durante sus cuatro años de actividad ha producido gran variedad de cultivos: garbanzo, cebada, alfalfa, veza, alubia, girasol y trigo, obteniendo los rendimientos (kg/ha) que se muestran en el cuadro 4.1. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Sin embargo, la explotación convencional se dedica principalmente al monocultivo de maíz y remolacha azucarera, teniendo una presencia menor otros cultivos como son el trigo o las variedades de leguminosas.

La Tabla 4.1 resume el método de gestión empleado por cada explotación en el cultivo de trigo de invierno. En este caso, la explotación ecológica únicamente ha necesitado de una sencilla preparación del terreno y semilla como insumos imprescindibles para producir trigo. Sin embargo, la explotación convencional requiere de mayor preparación del terreno, utiliza arado de vertedera, grandes cantidades de nitrógeno y otros fertilizantes de origen químico, así como de tratamientos fitosanitarios (fungicidas e insecticidas).

**Tabla 4.1 Cultivo Trigo. Insumos explotación ecológica vs explotación convencional.**

	EXPLORACIÓN ECOLÓGICA	EXPLORACIÓN CONVENCIONAL
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b> Alzado y enterrado de rastrojo	NO	SI (arado vertedera)
Otras labores	Grada disco (1 pase) Grada rotativa (1 pase)	Cultivador (2 pases) Grada rotativa (1 pase)
<b>FERTILIZANTE, abonado de fondo.</b>	NO	N/P/K/MG/S: 10/20/20/2,5/6 Dosis: 516 Kg/ha
<b>SEMILLA</b>	238 Kg/ha	245 Kg/ha
<b>FERTILIZANTE, abonado de cobertera (en producción)</b>	NO	Nitrato: 27 % Dosis: 250 kg/ha 2 coberteras.
<b>PRODUCTOS FITOSANITARIOS</b>	NO	Fungicida (2 tratamientos) Dosis: 1 L/ha
		Insecticida (2 tratamientos) Dosis: 150 cc/ha

Fuente: Elaboración propia.

Los rendimientos, producción por hectárea, en el año 2015 son para la explotación convencional 8.559 kg/ha, mientras que la explotación ecológica logra producir con menos cantidad de insumos no renovables en la misma campaña 3587,3 kg/ha. En este caso los rendimientos se han reducido algo más de la mitad. Sin embargo, no se debe de olvidar que el tiempo es un factor que influye decisivamente en la recuperación del terreno dañado por prácticas no sostenibles.

Por otro lado, la producción de la explotación convencional depende de gran cantidad de insumos provenientes de la industria química, con los riesgos que ello conlleva. No hace mucho tiempo, en el propio municipio de Arcos de la Polvorosa, al igual que en otros muchos de la región, un camión cisterna proporcionaba agua limpia, pues el pozo que abastece localmente a la población se encontraba contaminado químicamente.

#### 4.2. BALANCE ECONÓMICO.

El Cuadro 4.2 muestra el balance económico comparado del cultivo trigo para la explotación convencional y la ecológica en la campaña 2014-2015. El balance económico se centra en la contabilización de los costos variables como son la preparación del terreno, la siembra y recolección así como en las semillas, fertilización y tratamientos para el suelo y el cultivo. El cálculo del costo de las labores agrícolas que requieren de empleo de maquinaria se obtiene considerando los litros de combustible requeridos para la realización de las mismas según el tiempo dedicado a su realización, según datos reflejados en el anexo A.

No se contabilizan los costos que suponen la compra de maquinaria, su mantenimiento o amortización. De igual modo, tampoco se registra el valor de la tierra (sea propia o en renta) ni la contribución de la misma, el agua empleada en el riego o la mano de obra ni los sobrepuestos ecológicos o subvenciones. Como output económico se considera únicamente la producción de grano, la paja del trigo en ambos casos se considera reempleo para la siguiente cosecha.

**Cuadro 4.2 Balance económico cultivo trigo ecológico vs convencional, 2014-2015.**

	EXPLORACIÓN ECOLÓGICA			EXPLORACIÓN CONVENCIONAL		
	unidad/ha	€/ha	%	unidad/ha	€/ha	%
<b>INPUTS</b>						
<b>Combustible (L)</b>	64,95	49,51	30,44	163,65	124,75	17,01
<b>Fertilización (kg)</b>	-	-	-	1016,00	389,78	53,16
Abonado de fondo	-	-	-	516,00	239,13	32,61
Abonado de cobertera	-	-	-	500,00	150,65	20,55
<b>Fitosanitarios (kg)</b>	-	-	-	2,30	75,89	10,35
Fungicida	-	-	-	2,00	36,30	4,95
Insecticida	-	-	-	0,30	39,59	5,40
<b>Semilla (kg)</b>	238,00	57,12	35,12	245,00	58,80	8,02
<b>Recolección (min)</b>	40,00	56,00	34,43	60,00	84,00	11,46
<b>COSTO TOTAL</b>		162,63	100,00		733,22	100,00
<b>OUTPUTS</b>						
<b>Grano de trigo (kg)</b>	3587,3	645,71		8559,0	1540,62	
<b>BENEFICIO BRUTO</b>		483,08			807,40	
<b>EFICIENCIA ECONÓMICA</b>		3,97			2,10	

Fuente: Elaboración propia.



El beneficio bruto que a priori es más favorable a la explotación convencional, esconde en su análisis interno el motivo por el cual la renta agraria ha disminuido desde que se produjese la “modernización de la agricultura”. Si en términos netos el beneficio bruto obtenido por hectárea en la explotación convencional es 1,67 veces el obtenido por la explotación ecológica, el costo económico convencional total ha sido 4,50 veces superior a la inversión ecológica. Los rendimientos en términos de kg por hectárea se han duplicado en la explotación convencional pero no así el beneficio bruto de la explotación, al mismo tiempo que se ha cuadruplicado la inversión inicial realizada.

La renta del agricultor convencional ha disminuido en favor de industria química. En el balance económico realizado, al igual que en los estudios referenciados en el capítulo segundo, la partida de gastos más significativa es la adquisición de fertilizantes que representa el 53,16% del costo total, siendo de igual modo significativa, aunque en menor medida, la partida relativa a los productos fitosanitarios, fungicida e insecticida. En este caso, no se han empleado herbicidas en el cultivo de trigo, lo cual contradice la firme creencia de los agricultores convencionales de que sin los mismos las malas hierbas arruinan la cosecha.

En la explotación ecológica el mayor costo es el de la siembra, al ser la primera campaña en la que se cultiva trigo, al igual que ocurre en la explotación convencional, por lo que la simiente no ha sido considerada reemplazo en ninguno de los dos casos. Finalmente, la inversión realizada en combustible es importante para ambas explotaciones, al igual que la partida de recolección. Se trata de un trabajo que se externaliza, ya que el tamaño de las explotaciones no es suficiente como para disponer de cosechadora propia.

Por último, al calcular la eficiencia económica (producción/coste total) de las explotaciones, se puede concluir que la explotación ecológica es doblemente más eficiente que la explotación convencional. Siendo la inversión inicial menor en la explotación ecológica el rendimiento económico logrado por el agricultor ecológico es más elevado. La mayor inversión realizada por el agricultor convencional, recae en la industria química, que es la principal responsable de las externalidades generadas por la agricultura industrial, analizadas en epígrafes anteriores.

#### **4.3. BALANCE ENERGÉTICO.**

El Cuadro 4.3 recoge el balance energético del cultivo de trigo comparando la explotación convencional y la ecológica para la campaña 2014-2015. En este caso los inputs incluidos en el balance energético son la mano de obra, la maquinaria en

la que se incluyen las reparaciones, aceite y amortizaciones, el combustible, los productos fertilizantes y fitosanitarios y la semilla. La energía asociada al consumo de agua no ha sido computada debido a no disponer de los metros cúbicos empleados por cada una de las explotaciones. Al igual que en el balance económico, únicamente se computa el output de grano de trigo, ya que la paja es considerada como reemplazo en ambas explotaciones. Los coeficientes energéticos que se utilizan para la transformación de inputs y outputs en MJ son los empleados por Shahan *et al.* (2008) recogidos en el anexo A.

**Cuadro 4.3 Balance energético cultivo trigo ecológico vs convencional, 2014-2015.**

	EXPLOTACIÓN ECOLÓGICA			EXPLOTACIÓN CONVENCIONAL		
	unidad/ha	MJ/ha	%	unidad/ha	MJ/ha	%
<b>INPUTS</b>						
<b>Mano de obra (h)</b>	9,98	19,56	0,24	23,82	46,69	0,16
<b>Maquinaria (h)</b>	4,99	312,87	3,89	11,91	746,76	2,53
<b>Combustible (L)</b>	74,85	4214,80	52,38	178,65	10057,95	34,09
<b>Fertilización (kg)</b>	-	-	-	393,00	14776,21	50,08
Nitrógeno (N)	-	-	-	186,60	12341,72	41,83
Fósforo (P)	-	-	-	103,20	1283,81	4,35
Potasio (K)	-	-	-	103,20	1150,68	3,90
<b>Fitosanitarios (kg)</b>	-	-	-	2,30	276	0,94
<b>Semilla (kg)</b>	238	3498,6	43,48	245	3601,5	12,21
<b>TOTAL INPUTS ENERGÉTICOS</b>		<b>8045,83</b>	<b>100,00</b>		<b>29505,11</b>	<b>100,00</b>
<b>OUTPUTS</b>						
<b>Grano de trigo (kg)</b>	3587,3	52733,3		8559,0	125817,3	
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>		<b>6,55</b>			<b>4,26</b>	

Fuente: Elaboración propia.

La eficiencia energética en el cultivo de trigo en la explotación ecológica es superior a la eficiencia energética lograda por la explotación convencional. La mayor ineficiencia energética de la gestión convencional se debe al empleo de fertilización química altamente dependiente de combustibles fósiles para su fabricación, que llega a representar el 50,08% de los insumos energéticos convencionales (principalmente por aquellos fertilizantes nitrogenados que suponen el 41,83% del total de inputs convencionales). El segundo input convencional en importancia energética es el combustible, que es el input más significativo en la explotación ecológica. Por último, cabe indicar que atendiendo a los coeficientes energéticos empleados en la conversión de unidades de inputs a términos energéticos, los fitosanitarios son los insumos con el valor más elevado. Sin embargo, este hecho no se manifiesta en el balance energético realizado porque la cantidad de productos fitosanitarios empleados es muy pequeña.

Finalmente, conviene justificar la aparentemente elevada eficiencia energética de la explotación convencional en relación con aquella calculada para los cultivos convencionales por los estudios referenciados en el epígrafe dedicado al balance energético del capítulo segundo. En este caso, tal eficiencia no es debida al menor consumo de insumos químicos por esta explotación, sino a los altos rendimientos obtenidos en este año por la misma, que ascienden a 8.559 kg/ha, prácticamente el doble de la media provincial. Este caso representa, en cierto modo, una singularidad pues dobla los rendimientos medios del cultivo trigo en la provincia de Zamora para el año 2014 según el anuario de estadísticas publicado por el MAGRAMA, y que asciende en agricultura de regadío a 4.991 kg/ha. Realizando los cálculos para el rendimiento medio de la provincia de Zamora con los insumos energéticos empleados por la explotación convencional estudiada se obtiene una eficiencia energética de 2,4. Este valor, teniendo en cuenta que no se han computado el input de agua de riego, se aproxima a las eficiencias energéticas referidas en los estudios reseñados anteriormente, como los realizados en España por Naredo y Campos (1980) o Lacasta y Meco (2000).

Así las cosas, y sin olvidar las limitaciones que presenta el estudio de caso que hemos realizado (principalmente aquellas derivadas del reducido periodo de tiempo de ejecución de buenas prácticas por la explotación ecológica), se puede concluir lo siguiente:

En primer lugar, la gestión ecológica es en términos económicos más eficiente a la hora de obtener la renta por parte del agricultor debido a una inversión inicial reducida, aún sin haberse podido realizar en este caso el reemplazo de la simiente. No ocurre lo mismo en el caso de la explotación convencional, en la que una elevada inversión inicial es ejecutada para obtener los insumos industriales, que como se ha justificado a lo largo del presente trabajo, no son una garantía del logro de incremento de rendimientos a largo plazo, aunque en esta ocasión puntual así haya ocurrido.

En segundo lugar, en términos energéticos la explotación ecológica es significativamente más eficiente que la explotación convencional, a pesar de los mayores rendimientos logrados por esta última. Diferencia significativa de rendimientos que atendiendo a las experiencias analizadas con anterioridad, se verían reducidas si el estudio de caso se prolongase durante un periodo de tiempo mayor.

## CONCLUSIONES

Desde un punto de vista más general, y teniendo en cuenta el análisis desarrollado en el presente estudio y el trabajo de campo realizado, cabe establecer las siguientes conclusiones.

En primer lugar, la disminución de los rendimientos otorgada a la agricultura orgánica, principal arma empleada por los detractores de la misma, ha sido desmentida por diversos estudios a nivel global (Badgley *et al.*, 2006). Es cierto que inicialmente los rendimientos disminuyen ligeramente respecto a los rendimientos convencionales, pero estos se recuperan con la aplicación de buenas prácticas ecológicas, pues con el paso del tiempo el suelo maltratado por las prácticas convencionales, recupera su fertilidad natural. Por lo tanto, el problema de los rendimientos no es tan grave para el agricultor ecológico (Altieri, 1995).

Por otra parte, la reconversión no tiene porqué significar un desastre económico en la explotación. Los rendimientos obtenidos son para los agricultores convencionales el punto de referencia, sin embargo, para recoger la cosecha primero hay que invertir, además de trabajo, capital. También en la agricultura ecológica. Estudiando el balance económico, son los métodos de gestión ecológicos los que en esta ocasión proporcionan un mayor beneficio bruto al agricultor. Los estudios analizados han demostrado cómo los costes variables en la agricultura orgánica son mucho menores, debido a la no fertilización química y al no uso de plaguicidas, los cuales representan las partidas económicas más importantes en la agricultura convencional (Lampkin, 1998).

Además, en términos de eficiencia energética, de nuevo es la agricultura ecológica la que obtiene, por norma general, mejores resultados. La agricultura ecológica, más cercana a la agricultura tradicional anterior a la “revolución verde”, no es tan exigente en aportes externos dependientes de recursos no renovables, principalmente del petróleo, como si lo es la agricultura convencional. Esto se debe principalmente a la fabricación de fertilizantes y al excesivo uso de maquinaria agrícola. (Pelletier *et al.*, 2011).

Por otra parte, el objetivo último de la agricultura es alimentar a la población. Es de especial relevancia el hecho de que la agricultura ecológica sería capaz de alimentar en solitario a la población mundial actual empleando únicamente las tierras cultivables disponibles actualmente (Badgley *et al.*, 2006). Además, los alimentos que proporciona son de mayor calidad, pues los balances nutricionales mediante los que se han comparado los alimentos convencionales y ecológicos,

llegan a la conclusión de que lo importante no es la cantidad, sino la calidad. Los productos orgánicos contienen mayor proporción de nutrientes, mientras que los convencionales lo que contienen es más cantidad de agua. Asimismo, los productos ecológicos se encuentran libres de residuos tóxicos.

Finalmente, la agricultura forma parte del ecosistema en el que se desarrolla e influye también en el mismo. Los métodos empleados por la agricultura química industrial erosionan la tierra, contaminan el suelo, el aire y el agua, destruyen la biodiversidad y colaboran con el cambio climático. La agricultura convencional actúa al margen de la naturaleza, la cual debiera ser precisamente su principal punto de apoyo.

Todas estas externalidades generan los denominados costes ocultos, que recaen no solo en el medioambiente sino también en la sociedad, en el presente y en el futuro, ya que los daños ocasionados no son de fácil e instantánea solución. La agricultura ecológica, cuyos métodos son más respetuosos con el medio ambiente, es un buen punto de partida para comenzar a mitigar los atropellos que se han realizado en el planeta.

Por todo ello, la principal conclusión de este trabajo es que el modelo agrario más sostenible desde el punto de vista energético, económico, social y medioambiental es el modelo agrario ecológico. Esto se debe a que dicho modelo es capaz de producir de manera económicamente rentable (incluso sin contabilizar sobrepagos y subvenciones) alimentos con mayor valor nutricional y menor riesgo para la población y el medio ambiente. Además, tiene el valor añadido de que las condiciones de partida respecto a otros métodos convencionales son desiguales, ya que habitualmente a la agricultura ecológica se le han dedicado menos recursos para la investigación y desarrollo, y muchas menos subvenciones y apoyos que a la agricultura convencional.

Los poderes públicos deberían apostar de manera concluyente por una transición real de la agricultura convencional hacia la agricultura ecológica, es decir, hacia un modelo que se acerque definitivamente al desarrollo sostenible. Además, son estos poderes los que tienen el potencial para hacerlo, ya que actualmente el agricultor no es libre de trabajar la tierra a su antojo, sino que se encuentra altamente condicionado por las políticas aplicadas. Para ello, se debería comenzar por concienciar, no sólo al agricultor, sino también a la sociedad, de los riesgos que conlleva la continuación de un modelo agrario insostenible como el que actualmente sigue desarrollándose.

La agricultura ecológica es una gran desconocida dentro del sector agrario popular. A modo de ilustración, la gran mayoría de los agricultores de los campos castellanos no quieren ni oír hablar de agricultura ecológica, quizás porque nadie les ha explicado honestamente sus valores. En cambio, campaña tras campaña se les ha bombardeado con información referente a los mejores rendimientos obtenidos gracias a la aplicación de algún nuevo producto químico. Por ejemplo, la publicidad referente a algún novedoso fertilizante desarrollado por alguna prestigiosa marca o el supuesto mágico plaguicida capaz de solucionar e incluso prevenir cualquier altercado que se presente en el cultivo.

Quisiera concluir con una reflexión que compartió conmigo Juan Carlos Nuevo, agricultor que gestiona la explotación ecológica del estudio de caso, en la que exponía el motivo por el cual decidió dar el paso y convertirse en agricultor ecológico, justo unos años antes de su jubilación.

*“Me cansé de trabajar para comprar abonos y veneno. Eso sí, ya no te llevas tan bien con quién los vende ni te hacen regalos, pero mi salud ha mejorado. Han sido solamente cuatro años y lo noto.”.*

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, A., González, R., & Foraster, L. (2008): "Comparación Económica entre cultivos ecológicos y convencionales". *VIII Congreso SEAE*.
- Altieri, M. A. (1995): "El 'estado del arte de la agroecología' y su contribución al desarrollo rural en América Latina". Cadenas, A. (ed): *Agricultura y Desarrollo Sostenible*, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, pp. 151-204.
- Altieri, M. A. (1999): *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Nordan-Comunidad, Montevideo.
- Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M.J., Avilés-Vazquez, K., Samulon, A. y Perfecto, I. (2006): "Organic agriculture and the global food supply". *Renewable Agriculture and Food Systems*, vol. 22, nº 2, pp. 86-108.
- Bello, A., González, J.A. y Tello, J. (1997): "La biofumigación como alternativa a la desinfección de suelos". *Horticultura internacional*, vol. 17.08.97, pp. 44-43.
- Bernal, E. (2003): "Análisis económico de la agricultura ecológica" Blount, E. *et al.* (ed.) *Industria como naturaleza. Hacia la producción limpia*. Catarata, Madrid, pp.175-210.
- Böckenhoff, E. *et al.* (1986): "Analyse der Betriebs und Produktionsstrukturen sowie der Naturalerträge im alternativen Landbau". *Berichte über Landwirtschaft*, vol. 64, nº 1, pp. 1-39.
- Borlaug, N.E. (2002): *The green revolution revisited and the road ahead*. *Nobelprize.org*.
- CAECYL, Consejo de Agricultura Ecológica de Castilla y León. <http://www.caecyl.es/> [Consulta: 25/08/2016]
- Carpintero, O y Naredo, J.M (2006): "Sobre la evolución de los balances energéticos de la agricultura española, 1950-2000". *Historia Agraria*, nº 40, pp. 531-554.
- Dalgaard, T., Halberg, N., y Porter, J. R. (2001). "A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 87, nº 1, pp.51-65.

- Drinkwater, L.E., Wagoner, P. y Sarrantonio, M. (1998): "Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses". *Nature*, vol. 396, pp. 262-265.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/> [Consulta: 25/08/2016]
- FIBL & IFOAM - Organics international (2016): "*The world of organic agriculture. Statistics & Emerging trend 2016*" Disponible en <https://shop.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1698-organic-world-2016.pdf> [Consulta: 25/08/2016]
- Gliesmann, A. (2002): Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Catie, Turrielba.
- Global Footprint Report. <http://www.footprintnetwork.org/es/> [Consulta: 25/08/2016]
- Gündoğmuş, E. (2006). "Energy use on organic farming: A comparative analysis on organic versus conventional apricot production on small holdings in Turkey". *Energy conversion and management*, vol. 47, nº 18, pp.3351-3359.
- Guzman, G., Gonzalez, M., Sevilla, E. (1999): Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Mundi-Prensa, Madrid.
- Halweil, B. (2002): "Una agricultura en interés de todos", en Flavin, C. *et al. La situación del mundo 2002*, Icaria, Barcelona.
- Harwood, R. (1985): "The integration efficiencies of cropping systems. En Edens, T. et al. (ed): Sustainable Agriculture and Integrated Farming Systems. University Press, Michigan State.
- IFOAM (2008): "*Criticisms and Frequent Misconceptions about Organic Agriculture. The Counter - Arguments*". Disponible en [http://infohub.ifoam.bio/sites/default/files/page/files/misconceptions\\_compiled.pdf](http://infohub.ifoam.bio/sites/default/files/page/files/misconceptions_compiled.pdf) [Consulta: 25/08/2016]
- INE, Instituto Nacional de Estadística. <http://www.ine.es/> [Consulta: 25/08/2016]
- ITACYL, Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. <http://www.itacyl.es/> [Consulta: 25/08/2016]



Klepper *et al.* (1977): "Economic performance and energy intensiveness on Organic and conventional farms in the Corn Belt." *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 59, pp. 1-12.

Krausmann , Fridolin, Simone Gingrich, Nina Eisenmenger, Karl-Heinz Erb, Helmut Haberl, Marina Fischer-Kowalski, (2009): "Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century", *Ecological Economics*, 68, pp. 2696-2705.

Kytzia, S., Faist, M., & Baccini, P. (2004). "Economically extended—MFA: a material flow approach for a better understanding of food production chain". *Journal of Cleaner Production*, vol. 12, nº8, pp. 877-889.

Lacasta, C y Meco, R (2000): "*Costes energéticos y económicos de agrosistemas de cereales considerando manejos convencionales y ecológicos*". IV Congreso Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Córdoba, Spain.

Lairon et al. (1981): "Analysis of vegetables produced by orthodox and biological methods" en B. Stonehouse, B (ed) *Biological Husbandry: A Scientific Approach to Organic Farming*. Butterworths, Londres.

Lampkin, N. (1998): *Agricultura Ecológica*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Leach, G. (1976): *Energy and Food Production*, Londres, IPC Science and Technology

Ley 25/1970, de 2 de diciembre, Estatuto de la Viña, del Vino y de los Alcoholes.

MAGRAMA, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.  
<http://www.magrama.gob.es/es/> [Consulta: 25/08/2016]

MELU (1977): "*Auswertung drei-jähriger Erhebungen in neun biologisch-dynamisch bewirtschafteten Betrieben*". Baden-Württemberg. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt. Stuttgart.

Naciones Unidas (1972): Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio Humano. A/CONF.48/14/Rev.1. Disponible en <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/CONF.48/14/Rev.1> [Consulta: 25/08/2016]

Naciones Unidas (1987): Informe de la Comisión Mundial Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. *Informe Brundtland*. A/42/427. Disponible en <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427> [Consulta: 25/08/2016]

Naciones Unidas (1992): Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. A/CONF.151/26.Rev.1 (vol. 1). Disponible en [http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/CONF.151/26/Rev.1\(Vol.I\)](http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/CONF.151/26/Rev.1(Vol.I)) [Consulta: 25/08/2016].

Naciones Unidas (2002): Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. A/CONF.199/20. Disponible en <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/CONF.199/20> [Consulta: 25/08/2016]

Naciones Unidas (2012): Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible. A/CONF.216/16. Disponible en <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/CONF.216/16> [Consulta: 25/08/2016]

Naredo, J. M., & Pablo, C. (1980). "Los balances energéticos de la agricultura española". *Agricultura y Sociedad*, pp. 162-255.

Naredo, J. M. (1991): "Sobre la relación calidad-precio de los productos ecológicos". *La agricultura ecológica*, Cuadernos del Banco de Crédito Agrícola.

ORDEN AYG/452/2013, de 29 de mayo, por la que se aprueba el Reglamento Regulador de la Producción Agraria Ecológica y su indicación sobre los productos agrarios y alimenticios y del Consejo de Agricultura Ecológica de la Comunidad de Castilla y León.

Pelletier, N., Audsley, E., Brodt, S., Garnett, T., Henriksson, P., Kendall, A., Kramer, K., Murphy, D., Nemecek, T. y Troell, M. (2011). "Energy Intensity of Agriculture and Food Systems". en: *The Annual Review of Environment and Resources*, pp. 223-246.

Pellizzi, G. (1992). "Use of energy and labour in Italian agriculture". *Journal of Agricultural Engineering Research*, vol. 52, pp.111-119.

- Pimentel, David, L. E. Hurd, A. C. Bellotti, M. J. Forster, I. N. Oka, O. D. Sholes, and R. J. Whitman (1973). "Food Production and the Energy Crisis," *Science* 182 (4111), pp. 443-449.
- Pimentel, D. y Pimentel, M. (1979): *Food, Energy and Society*, London, Edward Arnold.
- Pimentel, D. *et al.* (1995): "Environmental and Economic costs of soil erosion and conservation benefits". *Science*, vol. 267, pp. 1117-1123.
- Pimentel, D. (1999): "Environmental and Economic Benefits of Sustainable Agriculture" en Köhn, J et al. (ed.) *Sustainability in Question. The search for a conceptual framework*. Edward Elgar, Northampton (USA) y Cheltenham (UK), pp. 153-170.
- Pimentel, D. Hepperly, P., Hanson, J., Doude, D. y Seidel, R. (2005): "Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems". *BioScience*, vol. 55. nº 7. pp. 573-582.
- PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <http://www.undp.org/>  
[Consulta: 25/08/2016]
- Ponti, T., Rijk, B., & Van Ittersum, M. K. (2012): The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems*, vol.108, pp. 1-9.
- Pretty, J.N. *et al.* (2000): "An assessment of the total external costs of UK agriculture". *Agricultural Systems*, vol. Agosto, pp. 113-136.
- Recio, A. (1997). Trabajo, personas, mercados: manual de economía laboral (vol.13). Icaria Editorial. Barcelona.
- Reglamento (CE) 1235/2008 DE LA COMISIÓN, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) 834/2007 del Consejo en lo que se refiere a las importaciones de productos ecológicos procedentes de terceros países.
- Reglamento (CE) 834/2007 DEL CONSEJO, sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos.

- Reglamento (CE) 889/2008 DE LA COMISIÓN, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.
- Riechmann, J. (1995): "Desarrollo sostenible: La lucha por la interpretación" *De la economía a la ecología*, pp.11-35.
- Riechmann, J. (2000): "*La ecologización de la agricultura y el problema del empleo*". Instituto Sindical de Trabajo Ambiente y Salud, Madrid.
- Riechmann, J. (2003): Cuidar la T(t)ierra. Políticas agrarias y alimentarias sostenibles para entrar en el siglo XXI. Icaria, Barcelona.
- Sachs, J. (2015): La era del desarrollo sostenible. Deusto, Barcelona.
- Schlüter, C. (1986): Arbeits. Und betriebswirtschaftliche Verhältnisse in Betrieben des alternative Landbaues. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Schuphan, W. (1975): "Yield maximisation vs. Biological value". *Qual. Plant*, vol. 24, pp. 281-310.
- Seufert, V., Ramankutty, N. y Foley, J. (2012): "Comparing the yields of organic and conventional agriculture". *Nature*, vol. 485, pp. 229-232.
- Shahan, S., Jafari, A., Mobli, H., Rafiee, S., & Karimi, M. (2008): "Energy use and economical analysis of wheat production in Iran: A case study from Ardabil province". *Journal of Agricultural Technology*, vol. 4, nº 1, pp. 77-88.
- Simón, X. (1999): "El análisis de sistemas agrarios: una aportación económico-ecológica a una realidad compleja". *Historia Agraria*, vol. 19, pp.115-139.
- Steinmann, R. (1983): "*Der biologischer Landbau-ein betriebswirtschaftlicher Vergleich*". Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik. Tänikon, Suiza.
- Swaminathan, M.S. (1992): "Agricultura: seis desafíos para el future" en Martine Barrée (ed), La Tierra, patrimonio común. Paidós, Barcelona.

- The General Workers' Union in Denmark (1995): *For Posterity –For Nature's Sake- Ecological Farming*, Copenhagen.
- Tilman, D. (1998): "The greening of the green revolution". *Nature*, vol. 396, pp. 211-212.
- Tin Newbold *et al.* "Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment" *Science* 14 de julio de 2016.
- Uhlir, H. E. (1998). "Why energy productivity is increasing: an IO analysis of Swedish agriculture." *Agricultural Systems*, vol. 56, nº 4, pp. 443-465.
- USDA (1980): "*Report and Recommendations on Organic Farming.*" United States Department of Agriculture Study Team. Washington DC.
- Vine, A. y Bateman, D. (1981): "*Organic Farming Systems in England and Wales*". Department of Agricultural Economics, UCW, Aberystwyth.
- Wood, R., Lenzen, M., Dey, C. y Lundie, S. (2006): "A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia". *Agricultural Systems*, vol.89, pp.324-348.
- Wookey, B. (1987): *Rushall – the story of an organic farm*. Blackwell, Oxford.
- World Economic Forum (2016): "*The Global Risk Report 2016, 11th Edition*". Disponible en <http://wef.ch/risks2016> [Consulta: 25/08/2016]

## ANEXO A. VALORACIÓN INPUTS Y OUTPUTS EMPLEADOS EN EL BALANCE ECONÓMICO Y ENERGÉTICO.

### **Maquinaria.**

El número de horas empleado en la realización de las labores agrícolas ha sido facilitado por el agricultor de la explotación convencional.

**Cuadro A.1. Tiempo funcionamiento maquinaria agrícola.**

MAQUINARIA	h/ha
Arado vertedera	2,5
Grada de disco	1,33
Grada rotativa	2
Cultivador	1,33
Abonadora centrífuga	0,25
Sembradora chorriillo	1
Pulverizador hidráulico	0,5
Cosechadora cereal con picador	1*

\* En función de la cosecha.

### **Combustible.**

El consumo medio de combustible por el tractor/cosechadora tomado en cuenta para la realización tanto del balance económico como el condicional, ha sido 15L/ha. Dato facilitado por el agricultor de la explotación convencional.

### **Mano de obra.**

El número de horas realizado por el agricultor tanto para la explotación convencional como ecológica se ha estimado en el doble de horas de las que realiza con la maquinaria, ya que además de realizar las labores relacionadas directamente con la misma, tiene que realizar otras funciones, como pueden ser en este caso regar el cultivo.

### **Balance económico.**

Los precios de los diferentes insumos y output empleados se han obtenido comprobando las facturas de la explotación convencional. El precio tomado como referencia para el combustible es el precio medio de las diferentes fechas en las que lo adquiere el agricultor de la explotación convencional entre el mes de octubre de 2014 y julio de 2015.

**Cuadro A.2. Precio de los insumos utilizados.**

INSUMO	Precio
Combustible	0,76 €/L
Compuesto N/P/K/MG/S: 10/20/20/2,5/6	463,43 €/to
Nitrato 27%	301,29 €/to
Fungicida (WISTER)	18,15 €/L
Insecticida (KARATE ZEON)	131,97 €/L
Semilla	0,24 €/kg
Labor recolección	1,40 €/min
<b>OUTPUT</b>	
Precio trigo	0,18 €/kg

**Balance energético**

Los coeficientes energéticos que se utilizan para la transformación de los inputs y outputs en MJ son los empleados por Shahan *et al.* (2008) en el estudio para el caso específico del trigo en la provincia de Ardabil (Iran) publicado en la revista *Journal of Agricultural Technology*

**Cuadro A.3. Valor energético de los insumos utilizados.**

	unidad	MJ/unidad	Referencias
<b>INPUTS</b>			
<b>Mano de obra</b>	h	1,96	(Ozkan et al., 2004; Yilmaz et al., 2005; Singh et al., 2002)
<b>Maquinaria</b>	h	62,70	(Erdal et al., 2007; Singh et al., 2002; Singh, 2002)
<b>Combustible</b>	L	56,31	(Erdal et al., 2007; Singh et al., 2002, Singh, 2002)
<b>Fertilización</b>	kg		(Esengun et al., 2007; Yilmaz et al., 2005)
Nitrógeno (N)		66,14	
Fósforo (P)		12,44	
Potasio (K)		11,15	
<b>Fitosanitarios</b>	kg	120,00	(Canakci et al., 2005; Mandal et al., 2002; Singh, 2002)
<b>Semilla</b>	kg	14,70	(Ozkan et al., 2004)
<b>OUTPUTS</b>			
<b>Grano de trigo</b>	kg	14,7	(Ozkan et al., 2004)

Fuente: Shahan *et al.* (2008)

**Nota:** La densidad del WISTER es 0,978g/cc y la del KARATE ZEON 1,053g/cc.

## **ANEXO B. REGULACIÓN AGRICULTURA ECOLÓGICA**

La agricultura ecológica española es regulada legalmente desde el año 1989 cuando se aprobó el Reglamento de la Denominación Genérica “Agricultura Ecológica”. De acuerdo con la Ley 25/1970<sup>15</sup>, se aprueba el Real Decreto 759/1988, por el que aquellos alimentos producidos, elaborados y conservados sin emplear productos químicos de síntesis son protegidos mediante la Denominación Genérica “Agricultura Ecológica”. España se convirtió entonces en el tercer país de la Unión Europea en prestar atención a la regulación legal de la agricultura ecológica, después de Francia y Dinamarca (Bernal, 2003).

El Reglamento de la Denominación Genérica “Agricultura Ecológica” fue abolido al entrar en vigor, el 1 de enero de 1993, el Reglamento (CEE) 2092/91 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios, ahora derogado.

Actualmente, desde el 1 de enero de 2009, la producción ecológica es regulada por los siguientes reglamentos:

- Reglamento (CE) 834/2007 DEL CONSEJO, sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos.
- Reglamento (CE) 889/2008 DE LA COMISIÓN, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.
- Reglamento (CE) 1235/2008 DE LA COMISIÓN, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) 834/2007 del Consejo en lo que se refiere a las importaciones de productos ecológicos procedentes de terceros países.

### ***Control Agricultura Ecológica.***

La legislación en materia de agricultura ecológica europea obliga a los Estados miembros a crear un régimen de control. Para ello deben designar una o varias autoridades competentes, que serán las responsables de que se realicen los controles según las pautas establecidas en el Reglamento (CE) 834/2007 DEL CONSEJO. Las autoridades de control pueden delegar parte de sus funciones de control en autoridades de control (públicas) u organismos de control (privados).

---

<sup>15</sup> La Ley 25/1970, de 2 de diciembre, Estatuto de la Viña, del Vino y de los Alcoholes, permite al Gobierno incorporar en el régimen de Denominaciones de Origen, Genéricas y Específicas productos agrarios que es importante proteger su calidad por tener especial interés económico o social.



El control y la certificación de la producción ecológica agraria en España es competencia de las Comunidades Autónomas. Tal función es llevada a cabo principalmente por Autoridades Públicas de Control: Consejos o Comités territoriales de Agricultura Ecológica. Dichas entidades dependen de las Consejerías, Departamentos o Direcciones Generales de Agricultura. Las Comunidades Autónomas pueden autorizar organismos de control privados.

En Castilla y León la autoridad competente es el ITACYL (Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León) mientras que la autoridad de control es el CAECYL (Consejo de Agricultura Ecológica de Castilla y León)<sup>16</sup>. El ITACYL fue creado por la Ley 7/2002, de 3 de mayo. Se trata de un Ente Público de derecho privado, anejo a la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León, que forma parte de la Administración Institucional de la Comunidad. Su objetivo es potenciar el sector agrario así como sus industrias de transformación. Desenvuelve su actividad tecnológica en áreas de investigación, certificación de calidad, desarrollo de infraestructuras o desarrollo promocionando iniciativas específicas.

Las funciones del ITACYL como autoridad competente según el Reglamento (CE) 834/2007 DEL CONSEJO y la ORDEN AYG/452/2013 son las siguientes:

- Responsabilizarse de que se realicen los controles según lo establecido en el Reglamento.
- Crear un registro de operadores y actualizarlo, en el que se reflejen los operadores titulares de las explotaciones agropecuarias, los operadores titulares de empresas de elaboración y/o envasado de productos, los operadores titulares de empresas de comercialización y los operadores titulares de empresas importadoras de terceros países.
- Auditar e inspeccionar a los organismos de control en los que han delegado funciones de control o certificación.

El CAECYL fue creado por la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León en el año 1996. El CAECYL es una corporación sin ánimo de lucro de derecho público que tiene personalidad jurídica propia, así como autonomía económica. Ejerce funciones de control y certifica agricultura, ganadería, acuicultura, alimentos, piensos, comercialización y restauración ecológica.

---

<sup>16</sup> ORDEN AYG/452/2013, de 29 de mayo, por la que se aprueba el Reglamento Regulador de la Producción Agraria Ecológica y su indicación sobre los productos agrarios y alimenticios y del Consejo de Agricultura Ecológica de la Comunidad de Castilla y León. ANEXO. Disposiciones Generales. CAPÍTULO I. Artículo 3: Autoridad competente y autoridad de control. BOCYL nº115, martes 18 de junio de 2013.

Las funciones del CAECYL como autoridad de control según el Reglamento (CE) 834/2007 DEL CONSEJO y la ORDEN AYG/452/2013 son las siguientes:

- Ofrecer garantías adecuadas de objetividad e imparcialidad así como disponer de personal cualificado y recursos necesarios para desempeñar sus funciones.
- Proporcionar a la autoridad competente información y asistencia que esta les solicite por considerarla necesaria para cumplir con sus obligaciones.
- Garantizar que se apliquen las medidas precautorias y de control a los operadores que se encuentran bajo su responsabilidad, de modo que se pueda afirmar que los productos ecológicos ciertamente han sido producidos según las pautas marcadas en el Reglamento.
- Proporcionar a la autoridad competente una lista de los operadores que han estado controlando cada año, así como un informe resumido de las actividades de control realizadas durante el año.

Finalmente, el consumidor de productos agrarios ecológicos puede distinguirlos en el mercado porque todas las unidades envasadas, además de la marca propia y algunas menciones específicas de la agricultura ecológica, también muestran el código de la autoridad u organismo de control. A mayores puede aparecer el logo comunitario de Agricultura Ecológica. De este modo, el consumidor se asegura de que la explotación agraria o la industria de la que procede el producto, ha sido sometida a los controles e inspecciones por parte de la autoridad de control correspondiente. Se trata de la única garantía oficial con la que cuenta el consumidor de que realmente el producto cumple las pautas marcadas por el Reglamento (CE) 834/2007 DEL CONSEJO así como sus disposiciones de aplicación desarrolladas en el Reglamento (CE) 889/2008 DE LA COMISIÓN.



**Figura B.1. Distintivo Agricultura Ecológica Castilla y León y Unión Europea.**

### ***Conversión agricultura ecológica.***

Producir como agricultura ecológica cuando anteriormente se ha hecho de manera convencional requiere de un periodo de conversión, cuya duración se determina en las disposiciones relativas a la producción ecológica, Reglamento (CE) 889/2008 DE LA COMISIÓN.

El periodo de conversión comienza cuando se notifica la actividad a la autoridad competente y entonces también comienzan a regir sobre la explotación las normas del Reglamento (CE) 834/2007 DEL CONSEJO.

**Tabla B.1. Periodo de conversión agricultura ecológica.**

Plantas y productos vegetales	<b>2 años</b> antes de la siembra.
Praderas o forrajes perennes	<b>2 años</b> antes de su explotación.
Pastos utilizados por especies no herbívoras	<b>1 año</b>
Cultivos perennes	<b>3 años</b> antes de la primera cosecha.

Fuente: Reglamento (CE) 889/2008 DE LA COMISIÓN.