

AGROECOLOGÍA, FERTILIDAD Y MEDITERRANEIDAD

Juana Labrador¹, Alexis Sicilia², Axel Torrejón³

¹Departamento de Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la Tierra. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Badajoz, ²OrganiX Consultants. Tenerife, ³Counsel and agroecological management expert. E-mail labrador@unex.es

Resumen

La siguiente comunicación es una reflexión que pretendemos propicie un debate abierto sobre la importancia de la naturaleza y potencialidad del territorio para el manejo sostenible de la fertilidad del suelo con bases agroecológicas en ambiente mediterráneo Español.

La agroecología nos aproxima a las bases científicas de la agricultura del futuro basando parte del éxito de las mismas, en el conocimiento de los usos "pasados" de la tierra. En este contexto, resulta evidente, cómo en los sistemas agrarios tradicionales la reposición de la fertilidad venía de la mano de formas complejas de gestión del territorio y sus recursos.

El manejo del monte para aumentar la fertilidad de las parcelas de cultivo proporcionando biomasa, nutrientes o suelo; la diversidad de manejos y usos agrosilvo-pastorales; el mosaico de pastos, cultivos, y arbolado; el uso de las avenidas de agua como factor de fertilización; la importancia del ganado extensivo utilizado como vehículo para la transferencia de nutrientes...son ejemplos vivos de los usos que configuraban la agricultura tradicional.

Centrándonos en el contexto español, consideramos que la mediterraneidad nos conduce a retomar modelos territoriales de manejo y al mismo tiempo, exigir para este "diferencial", normativas concretas, especificidades técnicas y respaldo de las Políticas Agrarias Europeas.

Reconvertir los factores limitantes en señas de calidad diferenciada, identidad cultural y estabilidad agroecológica, debería constituir un eje estratégico, para el diseño de la futura agricultura mediterránea ecológica.

Palabras clave: Agroecología, mediterraneidad, modelos territoriales, fertilidad, agricultura tradicional, agricultura ecológica.

Summary

Agroecology, fertility and mediterraneity

The following communication is a reflection that expects to encourage an open discussion about the importance of nature and the possibilities of the territory for the sustainable management of the soil fertility with agro-ecological bases at the Spanish Mediterranean environment.

The agroecology get us closer to the scientific basis of the agriculture of the future, basing part of their success in the knowledge of the "past" uses of the soil. In this context, it is evident how in the traditional agricultural systems the replacement of the fertility came from complexes ways of land and resources management.

The forest management focused on increasing the fertility of the cultivated areas provides biomass, nutrients to the soil, diversity of ways of management and uses of Agrosilvo-pastoral mosaic pastures, crops and trees, the use of flood water as a key of fertilization, the importance of the extensive livestock used as a vehicle for the nutrients transfer...are living examples of the uses that shaped the traditional agriculture.

Focusing on the Spanish context, we consider that the "Mediterraneity" makes us to return to the territorial land management models and at the same time, requires us to demand specific policies for this "differential" as well as technical specifications and support of the European Agricultural Policy.

Converting the limiting factors in differential quality signs, cultural identity and agro-ecological stability, should be a strategic axis for the future organic mediterranean agriculture design.

Keywords: Agroecology, mediterraneity, regional patterns, fertility, traditional agriculture, organic farming.

El ámbito mediterráneo: un «diferencial» frente a la «norma» europea

La región mediterránea dentro de Europa, comprende los territorios de Bosnia, Yugoslavia, Croacia, Grecia, parte de Turquía, Italia, Francia, España, Portugal, Chipre y Malta. Los países de la cuenca mediterránea comparten unas condiciones climáticas y ecológicas similares, poseen unos fuertes vínculos ambientales y una historia milenaria forjada a base de conflictos políticos, relaciones económicas y culturales e inmigración. En el medio rural contrastan, sistemas que emplean técnicas agrícolas intensivas con alta tecnología, junto a otros tradicionales, cuyas técnicas han cambiado muy poco en el tiempo; dando lugar a un proceso económico dual, donde coexisten la economía de subsistencia y la economía de mercado.

La siguiente descripción de Fernando Parra (2001) nos permite «imaginar» el territorio al que nos estamos refiriendo *«El Mediterráneo es la Provenza y el Ampurdán, la Toscana, el Ática, Andalucía Baja, el Pó y Aragón, la Camargue y el Ebro.... Los latifundios ganaderos, injustos en lo social, pero justificables en lo ecológico, y los minifundios hortícolas oasis de biodiversidad, más justificados que los macro-regadíos actuales; el Mediterráneo son los mediterráneos de la montaña, la estepa, la marisma y la dehesa y no sólo el paradigmático "monte mediterráneo". Es la trashumancia y los espigaderos, las huertas en las terrazas bajas de los ríos y los bancales de las laderas de seco. Es el vino, el cereal de invierno y el olivo, la oveja y el cerdo. Son los ecosistemas forestales casi inexplotables maderamente que pueden justificar el axioma de que "para madera la del huerto, para frutos los del bosque"».....*

La complejidad del territorio ha sido un factor favorable para la supervivencia y viabilidad de las poblaciones humanas. El nexo de unión entre producción y conservación en ambiente mediterráneo es la biodiversidad¹ y éste patrimonio natural expresada en el paisaje mediterráneo, es la muestra más palpable de la interacción del ser humano con su medio.

La originalidad de la flora y la vegetación mediterráneas adaptándose a la singularidad climáticas, fun-

damentalmente a la falta de agua estacional, mediante estrategias como la esclerofilia –literalmente “hojas duras”-; la producción de secreciones olorosas –como el ládano del género *Cistus*, de las resinas, otras esencias repelentes aromáticos o venenos-; la proliferación de espinas –generalmente hojas transformadas a su mínima expresión- a veces para proteger componentes clave como yemas o semillas; la desproporción entre la biomasa aérea pequeña y un enorme desarrollo de la biomasa enraizada –que plantea la enorme eficacia de la fijación de carbono en ambiente semiárido-; el desarrollo de otros mecanismos no sólo para resistir la sequía, sino también para capturar y almacenar el agua aportada por los eventos torrenciales, a nivel individual –concentración de la escorrentía cortical, circulación preferencial de agua a lo largo de raíces pivotantes profunda- y a escala de paisaje. Todo ello supone una fuente de aprovechamientos.

Como componentes característicos de la unión entre paisaje-uso en los sistemas tradicionales de ámbito mediterráneo, podemos señalar la trilogía de paisajes con arbolado disperso, la huerta y los cultivos de secano, todo ello combinado con la importancia esencial de ganadería extensiva y su papel de regulación y enlace. A ello hay que añadir el manejo de una alta diversidad –especies, hábitats., paisajes- y la función de amortiguación y reserva que constituye el monte –caza, leña, pastizales, cultivos itinerantes y otros recursos que se movilizan en épocas críticas- con frecuencia de propiedad o gestión comunales. (Gómez Sal 2006).

La mayor parte del territorio español está inmerso en la Región Biogeográfica Mediterránea, un conjunto de áreas disjuntas unidas entre sí por un singular clima, el mediterráneo. Dentro del contexto «clima mediterráneo» encontramos un amplio muestrario de subtipos climáticos que van desde los meso y microclimas de montaña a los subdesérticos, pasando por numerosos intermedios. En este territorio, las mayores diferencias entre los subtipos de clima mediterráneo, provienen por una parte del valor medio de la precipitación anual y por otra de la duración del periodo con probabilidad de heladas. Pero lo verdaderamente singular de este tipo climático, es esa coincidencia de sequía y alta temperatura de uno de sus solsticios, lo que explica que en la antigüedad muchos autores hablaran de cinco y no cuatro estaciones –primavera, verano, *estío*, otoño e invierno (Parra 2001).

Sin entrar a analizar exhaustivamente el concepto de clima mediterráneo –pero teniendo en cuenta que uno de los objetivos de esta comunicación es resaltar hasta que punto la coherencia ecológica en el uso de los recursos adaptándose a las potencialidades de un territorio, puede paliar las limitaciones o excesos de éste-, nos ha resultado muy clarificador el concepto que Ibáñez, (2009) nos propone, basado más en criterios cualitativos que cuantitativos, según el autor *«el clima mediterráneo*

1 . En el entono bioclimático mediterráneo la pérdida de biodiversidad producida por la acción antrópica –especialmente por la gestión agropecuaria industrial-; por erróneas intervenciones conservacionistas que conllevan la supresión de actividades agrícolas y ganaderas tradicionales, por la gestión forestal con especies inadecuadas y por el abandono rural, entre otras es un tema político prioritario. Uno de los servicios de la biodiversidad es el control de plagas, de hecho para muchos agricultores y técnicos, puede resultar extraño, saber que la incidencia de mayores o menores niveles de plagas, o la gran capacidad de nuestros cultivos para hacer frente a las virosis en general, en comparación con otras zonas, es debido en gran parte a la estructura microparcelada heredada de sus antepasados, así como a la presencia de muchos cientos de kilómetros de setos y ribazos asociados a las parcelas (Porcuna 2001).

es aquel caracterizado por la presencia de cuatro estaciones muy contrastadas de forma que: (i) el periodo más frío -finales de otoño-invierno-principios de primavera- recibe las máximas precipitaciones; (ii) el periodo más cálido -finales de primavera-verano-principios de otoño- sufre los mínimos de precipitación -salvo lluvias torrenciales ocasionales- y (iii) existe una "tendencia" al paro fenológico de la vegetación por las bajas temperaturas en (i) y/o por estrés hídrico en (ii)».

La variabilidad climática afecta directamente a la sostenibilidad de los sistemas agrarios. Esto sucede cuando las variaciones -de todos o algún factor relevante como es la disponibilidad de agua- son de tal magnitud que no pueden ser absorbidas por el propio sistema y en tal sentido exceden su capacidad de respuesta adaptativa -resiliencia-.

En este contexto la agricultura tradicional sufrió un proceso de evolución adaptativa al medio. Ésta por el procedimiento de ensayo «acierto/error»; ha sido capaz de absorber buena parte de la variabilidad climática media (Puigdefábregas 1998). Sin embargo la mayor parte de los modelos agrarios actuales en el marco agronómico mediterráneo son de evolución reciente, se han establecido en un contexto socioeconómico inestable, siendo más vulnerables frente a las fluctuaciones climáticas, porque la experiencia sobre su manejo es todavía escasa y además son muy dependientes de energía, inputs y tecnología². En este sentido, actualmente es más evidente como los efectos climáticos que facilitan la insostenibilidad de los sistemas productivos vienen de la mano de sinergias entre las variables climáticas y las condiciones políticas, socioeconómicas y agrotecnológicas.

El clima, no sólo condiciona la variabilidad de los ecosistemas -no olvidemos que en esta variabilidad influye también una notable complejidad geofísica y una prolongada historia de usos del suelo-, sino también los servicios presentes y futuros que estos ecosistemas, una vez transformados para su uso agropecuario, forestal o mixto, nos ofrecen.

De hecho, la propia naturaleza estacional del clima mediterráneo y la existencia de una gran cantidad de

gradientes ambientales -tanto latitudinales como altitudinales- dan lugar a gradientes de producción primaria que han sido sabiamente aprovechados por los agricultores y ganaderos tradicionales para la gestión sostenible de sus sistemas productivos.

En los secanos el cereal de invierno³ -cebada, trigo, centeno- arraiga en los altiplanos fríos del país, permite aprovechar las lluvias equinocciales y aportar recursos energéticos básicos (Puigdefábregas 1998); el regadío tradicional estaba extendido tanto en zonas llanas -vegas y zonas próximas a los ríos- como en zonas de relieve más ondulado o en las montañas. Los cultivos leñosos constituidos por especies frutales como el olivo, el algarrobo, la higuera, el almendro, se presentan con distinto grado de intensificación, utilizan el agua recogida en épocas lluviosas almacenándola a mayor profundidad en el suelo, proporcionando alimentos básicos en la dieta; en el esquema se incorporan también especies freatófitas como la vid o las palmeras -que concentran su producción en los meses de verano-. La mayoría de las dehesas han sido sistemas de uso múltiple, adaptando las limitaciones climáticas y edáficas para la producción diversificada de cultivos agrícolas de ciclo largo con productos ganaderos y forestales. La ganadería extensiva -con la trashumancia como ejemplo más evidente- permitió el aprovechamiento coordinado de zonas con máximos de producción vegetal complementarios en el tiempo a nivel local y a grandes distancias y la selección de razas de ganado de gran rusticidad (Gómez Sal 2007).

En el ámbito mediterráneo, podemos afirmar que el suelo constituye un recurso prácticamente no renovable a escala de tiempo humana en función de una tasa de renovación muy lenta.

Los factores diferenciadores de mayor importancia en la formación de suelos mediterráneos son el clima⁴ y la vegetación natural -considerada como agente de alteración del suelo y como origen de aportes de materia orgánica-.

En el contexto litológico de la España mediterránea encontramos un predominio de materiales sedimenta-

2 Las principales tendencias que observamos en la «moderna» agricultura mediterránea son: la expansión de sistemas hortofrutícolas altamente tecnificados, muy intensivos e inmersos en sistemas de comercialización a gran escala; una evolución hacia cultivos industriales y bioenergéticos con el aumento de agroquímicos y el despilfarro de los recursos hídricos; una agricultura productora de materias primas para la ganadería intensiva que incluye la utilización de los OGMs; la intensificación de cultivos tradicionales como la vid y el olivo lo que supone una mayor incidencia de plagas y enfermedades; la sustitución de las razas autóctonas por razas productivas que permiten su manejo industrial. Como contrapunto también aumenta progresivamente la agricultura y ganadería ecológica -más de un millón de hectáreas en el 2008- y figuras de protección ambiental -como la Red Natura 2000- que de forma integrada también preservan los manejos y actividades agropecuarias y silvícolas más tradicionales.

3 En la actualidad estos paisajes gozan de notable interés de conservación por su fauna y flora esteparia, si bien la eliminación de muchos elementos naturales -pastizales majadeados en zona de vega, franjas y ribazos entre cultivos, matorral de laderas, líneas de árboles, majanos y bosquetes-, como consecuencia de la acción antrópica -concentración agraria, agricultura industrial, urbanizaciones-, los sitúa en una situación de amenaza y de difícil viabilidad por simplificación excesiva.

4 El factor clima incluye la radiación solar, la precipitación, la humedad, la temperatura y la velocidad del viento. Su acción se manifiesta fundamentalmente en tres procesos: alteración del sustrato mineral, evolución de la materia orgánica y migraciones en el perfil. A escala mundial, el clima es el factor más importante en la diferenciación de los suelos.

rios, de carácter calizo –calizas, margas, areniscas de cemento calizo y silíceo- caracterizados por la presencia de arcilla heredada y de carbonato cálcico. También existen elementos eruptivos y metamórficos –como las cuarcitas-. El contenido de feldspatos de las rocas eruptivas y metamórficas permite –en las condiciones de meteorización del clima mediterráneo- que se originen arcillas de enorme importancia agronómica. La presencia de Ca y Mg –el K en menor proporción- suele estar asegurada en la mayor parte de los materiales. En cuanto al Na, en forma de cloruros y sulfatos, puede estar presente en cantidades relativamente altas en muchas formaciones sedimentarias, produciendo salinización potencial, ante balances de humedad desfavorables para el lavado (Gómez-Miguel *et al.* 1998).

La FAO, considera 30 grupos de suelos de referencia, de los que 4 son dominantes en ambiente mediterráneo: Luvisols, Cambisols, Leptosols y Calcisols-; 6 frecuentes, 11 están presentes, y solamente 9 se pueden considerar ausentes, lo que supone el 70% de toda la diversidad de suelos del planeta⁵. Concretamente, España es el país de la Unión Europea (UE) con mayor edafodiversidad. Contiene el 86% del total de tipos de suelos inventariados en la UE (Gascó 1998).

Los cuatro grupos dominantes tienen en común la moderación de los procesos formadores –meteorización y lixiviación-, lo que ha favorecido el mantenimiento durante milenios de la fertilidad natural de la mayor parte de los suelos en ámbito mediterráneo. La coexistencia de los grupos dominantes con otros grupos, cuya frecuencia o escasez depende de las condiciones de clima,

relieve y roca de cada lugar, originan a un ambiente extremadamente diverso⁶.

En relación a la gestión del balance de nutrientes se requiere, en una primera fase, que se adicione al suelo lo extraído por las cosechas y se repongan las pérdidas por percolación, erosión o escorrentía. Este se realizaba desde arriba –aporte de biomasa, abonos, cultivos y laboreo- y desde abajo –favoreciendo la dinámica del medio vivo y mineral en el perfil-.

Pero el balance no es sólo lo que entra y sale, sino también lo que ocurre dentro y el intercambio con el medio «*el enigma del suelo como fábrica de nutrientes ya que ni la planta es un convertidor inerte, ni el suelo un simple reservorio, sino que ambos interactúan y son capaces de reaccionar en y con el medio, modificando su comportamiento*» (Naredo 2001).

En la agricultura tradicional la reposición de nutrientes dependía en buena medida de un eficiente aprovechamiento de la potencialidad de un determinado territorio para producir materia vegetal que podía ser reciclada directamente o utilizando como convertidor al ganado.

El ciclo biogeoquímico⁷ de nutrientes presenta diferencias dependiendo de las características zonales, intrazonales y azonales de los suelos. Recordemos que el concepto azonal, está relacionado con suelos recientes con poco tiempo de desarrollo; el suelo zonal o climático es un concepto más bien teórico y el concepto de suelo intrazonal está relacionado con factores como relieve, litología, vegetación, etc. Lo anterior unido al régimen de humedad del suelo que diferencia a España en tres zonas –údic, situada en España al norte y noroeste, xérica, situada en el este, centro y sur y arídica en el su-

5 El Grupo climogénico dominante es el Luvisols, cuyo proceso genésico principal es la acumulación en el endoedafón Bt de la arcilla iluviada. La presencia de este horizonte de acumulación de arcilla indica un considerable grado de desarrollo, que normalmente requiere un período de tiempo de varios miles de años. Los Luvisoles crómicos son los típicos Terra rossa de las zonas mediterráneas. Cuando la edad del suelo no es suficiente, el Grupo dominante es el cronogénico con edad intermedia Cambisols, cuyo proceso genésico principal es la agregación estructural del endoedafón Bw. Los Cambisoles son uno de los tipos de suelos más abundantes en Europa. Su utilización es tanto agrícola como forestal. El Grupo Cambisols coexiste con el topogénico de erosión sobre roca dura Leptosols. Los Leptosoles son los suelos situados en las zonas de afloramientos rocosos generalizados. Su espesor es, como máximo, de treinta centímetros sobre roca dura o material muy calcáreo, por ello su potencial de soporte de la vegetación es escaso. Son muy frágiles y abundan en las zonas forestales dominadas por calizas consolidadas. En lugares semiáridos coexiste con el climogénico Calcisols. Los Calcisoles son suelos con una marcada acumulación de carbonato cálcico. Se desarrollan, principalmente, en áreas de clima árido y semiárido, donde el lavado de carbonatos es muy reducido y las fluctuaciones de evapotranspiración dan lugar a una fuerte acumulación de carbonatos a lo largo de todo el perfil. Se encuentran en zonas agrícolas, y menos frecuentemente en las áreas forestales

6 En zonas templadas, con tiempo suficiente y sobre superficies llanas es frecuente que el límite del endoedafón iluvial sea abrupto y dé lugar al Grupo Planosols. En zonas más frías de montaña es frecuente encontrar el Grupo Umbrisols, caracterizado por su epiedafón úmbrico. También es frecuente el Grupo Vertisols sobre arcillas expansibles, el Grupo Regosols en superficies de erosión sobre material no consolidado, el Grupo Fluvisols sobre sedimentos aluviales, y el Gypsisols sobre margas yesíferas; siendo escasa la presencia de suelos salinos Solonchacks, salvo en depresiones evaporíticas (Gascó 2001)

7 El suelo que observamos en un lugar se encuentra en una serie de etapas de desarrollo temporal que se inician en el material originario –roca madre o material parental-. En ecosistemas no intervenidos, con tiempo suficiente y en condiciones de estabilidad geomorfológica, el suelo zonal y la vegetación clímax, pueden alcanzar teóricamente el grado de desarrollo que corresponde al balance bioquímico de los nutrientes, que son restituidos al suelo en la hojarasca y durante la humificación van siendo liberados en la medida que son absorbidos por las raíces. Las pérdidas que pudieran producirse son compensadas con la meteorización de los minerales alterables, lo que permite hacer un balance geoquímico de nutrientes. La superposición de ambos, constituye el impropriadamente denominado ciclo biogeoquímico de nutrientes. (Gascó 1996).

reste peninsular-, nos permitirá comprender mejor los usos en relación a la fertilidad.

Siguiendo con Gascó (1998) en la región mediterránea peninsular, donde el suelo tiene un régimen de humedad xérico⁸, caracterizada por su estacionalidad, con agua disponible para la vegetación durante la estación fría y lluviosa, y sin agua disponible en parte en la estación seca y cálida –lo que implica necesidad de riego-, se requiere más tiempo para que el suelo alcance su clímax. El perfil mantiene su fertilidad natural durante milenios, salvo en el caso de suelos situados en superficies llanas muy antiguas. En este sentido, los suelos de la zona mediterránea xérica mantienen su fertilidad química porque la intensidad climática es intermedia, de manera que los nutrientes apenas son lixiviados y los liberados desde los minerales meteorizables cubren las pérdidas por percolación y las extracciones por los vegetales.

Los suelos de la zona xérica, tienen algunas propiedades características derivadas del material originario, por lo que no es de extrañar que la península ibérica presente una zona ácida y otra caliza, la ácida se sitúa principalmente en la mitad oeste y la caliza en el este y en el sur, ambas con suelos más o menos profundos a causa de la erosión, favorecido por el factor relieve, la irregularidad de las lluvias y la intervención antrópica.

Para los suelos ácidos se usan con mayor éxito las prácticas del encalado –con caliza o dolomita- que aumenta la productividad, disminuye la acidez, lo enriquece en calcio y magnesio y mejora su estructura. A medio plazo los suelos enmendados pueden presentar escasez de nutrientes y oligoelementos –a no ser que haya aportes frecuentes de materia orgánica como decía el refrán “*quién encala sin estercolar labra su ruina*”-. La mayor fertilidad de los suelos de la España caliza repercute en un sistema agrario más agrícola, que el de la España ácida, que es más pecuario. En muchos lugares de la zona xérica, el sistema Dehesa, presenta la integración territorial más exitosa de las funciones y usos agrosilvo-pastorales.

Otro elemento en la gestión agropecuaria de la zona xérica es el fuego –y las rozas- que se utiliza, no sólo para ahuecar el bosque y aumentar la superficie agrícola, sino también como fertilizante y controlador de plagas⁹-. Sin embargo es una práctica poco eficiente, porque degrada el suelo y origina la destrucción de la cubierta vegetal y la desprotección del suelo frente a la erosión. Como contrapartida, la actividad pastoral, que reduce la cantidad de biomasa combustible, crea paisa-

jes en mosaico y confiere valor al monte, contribuye a reducir el riesgo de grandes incendios.

La zona más seca de la península ibérica se sitúa en el sureste, donde los suelos tienen un régimen de humedad arídico¹⁰, ya que casi todo el año carecen de humedad para las plantas. El balance geoquímico es «tan positivo», que las sales solubles llegan a acumularse en los suelos, sobre todo en los situados en las depresiones topográficas, causando en algunas zonas serios problemas de salinidad. En estas zonas, la mejor dotación climática y el regadío, han posibilitado el desarrollo de la horticultura industrial¹¹. Sin embargo, estos suelos, presentan una concentración de sales suficientemente alta para afectar al desarrollo de los cultivos y/o un porcentaje de sodio intercambiable que afecta a su estabilidad estructural.

En la agricultura tradicional el balance de sales –en relación a que el valor de la cantidad de sales añadida con el agua de riego, u otros aportes, sea de la misma magnitud que la cantidad desplazada del suelo con el agua de percolación profunda- se aseguraba con la gestión del agua superficial y subterránea, el manejo del suelo, la calidad del abonado orgánico y la elección de cultivos, densidades y fechas de siembra, entre otros (Labrador 2001a)

Otra gran influencia del conjunto clima-relieve en nuestro territorio está en relación con la erosión-deposición¹². Este proceso es un fenómeno de carácter natural, inherente a los fenómenos de modelado del paisaje y a la formación del suelo, que ha supuesto una adaptación y una diversificación de los usos agropecuarios y silvícolas y la diferenciación de paisajes.

En general los suelos más erosionables se dedicaban a bosques y pastos, y a la ganadería extensiva y los menos a la agricultura. En las zonas termo-mediterráneas, bosques y pastos han sido sustituidos en parte por algarrobo y almendro, al igual que en las mesomediterráneas por el olivo y el viñedo. En aquellas donde el riesgo erosivo afectaba menos a la productividad se alternaban los cultivos cereal-leguminosa en secano y los suelos que acumulan sedimentos, situados en valles y depresiones y con proximidad de agua, como las vegas y las terrazas bajas de los ríos a la horticultura y fruti-

8 La zona xérica, presenta un balance geoquímico más equilibrado a causa de la intensidad intermedia de los parámetros climáticos y un ciclo bioquímico que es alterado por una intervención antrópica capaz de disminuir la materia orgánica en el suelo.

9 En Cataluña los formiguers o boïcs que consistía en la incineración en campo de montones de ramas y matorrales cubiertos de tierra y en esparcimiento posterior de la tierra calcinada y las cenizas.

10 La zona arídica, presenta un balance geoquímico positivo, y un ciclo bioquímico mínimo, el espesor del suelo es delgado, salvo en las depresiones, donde los suelos azonales acumulan los sedimentos.

11 La salinización de origen agrícola en ambiente mediterráneo va en aumento como consecuencia de la limitación de agua de lavado y de drenaje, el incremento en el aporte de fertilizantes minerales, la erosión del suelo, los bajos niveles de materia orgánica, y la contaminación por la utilización para riego de aguas de dudosa calidad.

12 La erosión de los suelos lleva a los ríos sedimentos y nutrientes, mantiene el equilibrio sedimentario en los cauces y en las playas y conforma espacios muy fértiles como son los deltas o las llanuras aluviales.

cultura y en climas locales más severos a la producción forrajera (Parra 2001).

En la actualidad la aceleración de los procesos erosivos, causada por las actividades antrópicas es uno de las consecuencias más graves que conlleva la degradación de los suelos ya que reduce de forma directa la funcionalidad de los mismos. Del análisis de los estudios e información existente sobre erosión del suelo en Europa se deduce que la región Mediterránea está especialmente afectada en más del 80% del territorio.

Los factores que conducen a esta aceleración de la erosión del suelo son la intensificación de la agricultura, el abandono de terrenos agrícolas en las zonas de montaña y la ocupación por otros usos, fundamentalmente urbano y turístico, de las zonas de vega y costeras. La progresiva urbanización de terrenos fértiles y de gran productividad agrícola ha desplazado la actividad agraria hacia terrenos con menor capacidad, cuyas características (pendiente, menor profundidad del suelo, etc.) los hacen más susceptibles a la erosión. Por otra parte, la alteración que la urbanización con el sellado del suelo provoca en la regulación y evacuación de los flujos hídricos aumentan el riesgo de inundaciones y deslizamientos de tierras, fenómenos ambos asociados a la movilización y al transporte de grandes cantidades de suelo y sedimentos¹³.

El cambio climático agravará la erosión y la desertificación. Probablemente una de las consecuencias más graves de la tendencia del calentamiento global es el impacto en los procesos de degradación del suelo-desertificación de las zonas áridas del planeta y a su vez la retroalimentación de los procesos de desertificación al incrementar la tendencia de cambio climático ¹⁴ (Rubio 2007).

Finalmente para ambas zonas edafoclimáticas la ganadería extensiva con razas autóctonas resultaban particularmente apta en un ambiente complejo que ofrecía áreas de producción diseminadas en el tiempo y en el espacio lo que exigía ciertas características –rusticidad-en relación a la facilidad para buscar alimentos de forma

autónoma y consumir forrajes variados para concentrar los recursos y los “picos” de productividad, permitiendo también la organización del uso agrario y silvícola del territorio (Gómez Sal 2000).

Dependiendo del sistema de producción al que se encuentran asociadas, se diversifica la adaptación de las razas de ganado. Unas para realizar recorridos en régimen de pastoreo dirigido enlazando la producción complementaria de diferentes zonas: monte, pastizales comunales, prados, rastrojeras o restos de las huertas -es el caso de muchas razas de ovejas del tronco entrefino-; otras para desplazarse en distancias largas con pautas de trashumancia o transtermitancia -entre otras las merinas, variedades de raza aragonesa, cartera y las vacas avileña o tudanca-. Por último numerosas razas son capaces de prosperar de forma autónoma organizando el territorio -áreas de campeo, querencias, refugios, etc.- de acuerdo con sus requerimientos -ovejas de tipo lacha, vacas, cabras y équidos-. Algunas de estas últimas tienen como valor añadido el ser capaces de sobrevivir y defender su descendencia en zonas donde aún existe presión de depredadores (Gómez Sal 2000).

Aunque desde el punto de vista productivo muchas razas estuvieron especializadas como animales trabajo, cumplían también otras funciones en la economía tradicional, como las de suministro de leche, animales jóvenes para carne o, especialmente, aportando el estiércol imprescindible para recuperar la fertilidad de los suelos tras las cosechas. Con la “cama” del ganado se recuperaban numerosos residuos vegetales -hojas, tojos, paja- creadores de estructura edáfica y mantenedores de la fertilidad.

Como vemos la sostenibilidad de los sistemas tradicionales ha reposado en la adaptación a esos límites locales, comarcales, regionales. Adaptación que se apoyó tanto en la selección del ganado, los cultivos y aprovechamientos como en la tecnología aplicada. Además los limitantes son diferentes en cada zona edafoclimática mediterránea. En la actualidad, inmersos en un escenario climático cambiante, junto con la escasez de agua, la falta de materia orgánica, es uno de los problemas más graves que afectan a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en ámbito mediterráneo.

«El arte» de la adaptación a las limitaciones -y excesos- de un territorio: una breve aproximación a la gestión tradicional del agua y la fertilidad

La heterogeneidad de los paisajes agrarios áridos y semiáridos es consecuencia, y a su vez causa, de la redistribución y uso de los recursos, fundamentalmente de los limitantes -agua, suelo y materia orgánica-.

En ambiente mediterráneo, considerando la disponibilidad hídrica y el contenido de materia orgánica como factores limitantes para el desarrollo de los cultivos, las estrategias de gestión priorizan el mantenimiento de la

13 Hoy en día no existe una normativa común de protección del suelo y lucha contra la erosión en los Estados miembros de la Unión Europea que sirva de marco de referencia a todas estas actuaciones. La mayoría de normas existentes son regulaciones dispersas y aisladas, incluidas en un marco de actuación mucho más general como, por ejemplo, los instrumentos financieros que dentro de las ayudas agro-ambientales forman parte de la Política Agraria Comunitaria (PAC) o las medidas encaminadas al control de la contaminación difusa incluidas en la Directiva de Aguas.

14 En la región mediterránea afectará a la estabilidad y al funcionamiento del entorno natural, pudiendo implicar problemas de seguridad ambiental -migraciones forzadas, escasez de agua, seguridad alimentaria, incendios forestales- e importantes consecuencias socioeconómicas al producirse la disrupción del papel regulador y amortiguador del suelo ante fenómenos climáticos extremos (Rubio 2007).

fertilidad de la tierra en el período del año en el que el agua no sea el limitante, mientras que en la época en la que típicamente escasea el agua, el manejo del suelo se dirigía a asegurar la máxima reserva hídrica a los cultivos (Vadell *et al.* 2003).

1. La gestión de agua visible e invisible.

El agua es «la principal materia prima en tonelaje que interviene en el proceso de fotosíntesis, sobre el que se apoya la actividad agraria» (Naredo 1999). La economía del agua en ambiente mediterráneo se ha basado tradicionalmente en la gestión de los cultivos y aprovechamientos en relación a la disponibilidad de agua en los territorios.

La estacionalidad del ciclo hidrológico¹⁵ con un notorio déficit hídrico estival –una de las mayores diferencias con el resto europeo– supone un factor limitante para ecosistemas naturales y agrosistemas; pero no sólo a nivel de volumen –cantidad– sino también de calidad¹⁶. En el ambiente mediterráneo, el contraste estacional ha provocado la concentración de los recursos naturales de la tierra y el agua en los lugares más atemperados y con mayor insolación disponible para la fotosíntesis. El regadío ha aumentado en muchos casos hasta alcanzar el límite de las disponibilidades de agua (Gascó 2001)

Es importante resaltar como la irregularidad en la disponibilidad hídrica determinan la enorme importancia que adquieren las aguas subterráneas y el manejo del agua edáfica, pudiendo afirmar que el ciclo hidrológico en el ámbito mediterráneo se desarrolla fundamentalmente en el subsuelo¹⁷ y en el suelo.

Las diferentes zonas edafoclimáticas –údica, xérica y arídica– con diferencias marcadas en la dotación de agua de los suelos –carencias y excesos puntuales– dieron lugar a calendarios, mapas de cultivo y aprovecha-

mientos agropecuarios y forestales diferentes. Igualmente orientaron las labores de preparación del terreno con drenaje y aterrazamientos en los excesos, labores de mullimiento para aligerar la compactación y hacerlos más receptivos al agua o labores que eviten la pérdida por evapotranspiración.

El uso secular del agua en el mediterráneo ha condicionado la configuración de un variado paisaje cultural a partir de la introducción por romanos y árabes de un conocimiento profundo de la hidráulica encaminado a ampliar la extensión de suelo fértil y la productividad. El riego permitió mediante canales y acequias, –incluso acueductos– el cultivo de terrenos roturados, la introducción de nuevos cultivos intensivos y de nuevas variedades. En las vegas y zonas llanas próximas a los ríos, se realizaron obras para el aprovechamiento del agua superficial y de mantos más o menos profundos –entre otras acequias y distintos sistemas de regadío, pozos, norias, estanques, para cultivos de huerta–. En zonas de relieve más ondulado, o en las montañas, se implantó una densa infraestructura para conservación del suelo con destacado efecto en el paisaje –laderas aterrazadas con pared de piedra, bancales, rectificación de pendientes, aprovechamiento del riego por cotas– (Gómez Sal 2007). Igualmente el manejo del agua proveniente de las precipitaciones y de aquellas de carácter torrencial, creó una fisonomía específica –el aterrazamiento– para prevenir la erosión, encauzar y recoger esa agua, el aprovechamiento de las avenidas para fertilizar los suelos con los sedimentos, etc.-.

Ya que la lluvia en ambientes semiáridos es escasa e impredecible, el paradigma del ahorro, se expresa en la agricultura mediterránea de secano con el desarrollo de estrategias en el manejo del suelo, de la vegetación arvense y del cultivo: los marcos de plantación más amplios fundamentalmente en olivar y viña, dirigidas a conservar la humedad en el suelo y a optimizar la eficiencia de su uso; la alternativas cereal-leguminosa-barbecho que gestionan la humedad interanual –el barbecho suma agua al suelo a base de evitar la evapotranspiración–; el uso de variedades adaptadas y/o tempranas, el ajuste de densidades de siembra, los acolchados, las labores superficiales periódicas, los aterrazamientos. Muchas de ellas, a simple vista, con un carácter contradictorio entre la conservación del agua y la de la materia orgánica.

El papel del árbol interceptando la precipitación y guiándola a través del perfil era fundamental. El bosque actuaba como sumidero del agua y ésta se repartía en distintas escalas, entre cultivos, suelos, ríos y aguas subterráneas.

La ganadería de manera tradicional es una factor utilizado para la gestión del agua: directamente por los beneficios de su estiércol sobre el suelo –suelos más fértiles retienen más agua– o con la implantación de praderas en la rotación. A escala territorial por el aprovechamiento de

15 El concepto de ciclo hidrológico por el cual el agua se evapora desde las superficies y precipita sobre las mismas en forma de lluvia, es muy antiguo. Precipitación y evaporación son dos procesos clave que mantienen el agua en movimiento en la atmósfera, pero la misma agua se mueve a través del suelo hacia cauces superficiales o subterráneos y también es absorbida desde el suelo por la vegetación (Ferrer 2001) Del estudio del régimen de humedad del suelo y de acuerdo con la evapotranspiración potencial más del 84% del territorio es deficitario en agua precisamente durante la época del año más productiva

16 Básicamente los impactos más importantes resultantes de las prácticas agrarias en los recursos hídricos incluyen la contaminación debido a la lixiviación de nutrientes y de pesticidas y la intrusión del agua de mar en los acuíferos (Zalidis *et al.* 2002), a esto debemos añadir el desequilibrio en el balance hídrico edáfico al disminuir la estabilidad estructural y la materia orgánica.

17 Los acuíferos mediterráneos se caracterizan por tener una recarga natural baja, pero tienen un gran valor ecológico al reducir la variabilidad interanual de disponibilidad de agua (González Bernáldez 1991).

recursos en forma secuencial, mediante una gestión itinerante, lo que permitía evitar los fenómenos adversos en cada zona y aprovechar al máximo enclaves de distinta productividad. Así por ejemplo, mientras que a finales de otoño, los pastizales del norte y centro de España empiezan a cubrirse de nieve, los pastizales de las dehesas del sur y suroeste peninsular empiezan una escasa pero cualitativamente importante producción –otoñada-. La explotación de esos gradientes de producción ha sido el objetivo general de la trashumancia. En la oferta de recursos entran las distintas opciones de solana/umbría dentro del término –rastros, majadales húmedos, bosquetes, retamares, fresnedas, tallares de rebollo, castaños, etc.-¹⁸.

En la gestión del agua al igual que como luego veremos de la fertilidad del suelo, el manejo tradicional no se hacía exclusivamente a nivel de parcela sino territorialmente, teniendo en cuenta la hidrología de cada zona regable y cada cuenca, tanto la superficial como la subterránea. El agua era considerada, no como un recurso económico sino como un «bien público», redistribuyendo su uso en las zonas con escasez física de agua por instituciones y normas específicas (Naredo 1999).

Por lo tanto una de las rupturas cualitativas más importantes de la «moderna agricultura industrial» ha sido la forma de gestionar el agua en los sistemas agrarios mediterráneos. Ésta se hizo a dos niveles diferentes: por una parte la ampliación a una escala sin precedentes de la potencia aplicada a las labores de preparación del terreno, lo que permitió aumentar la extracción de agua por las plantas, abaratar el movimiento de tierras a gran escala extendiendo la superficie que podía ser regada y drenada; por otra parte el perfeccionamiento de los motores de bombeo –apoyados en el uso de energía eléctrica- pasando los agricultores de regadío a «ejercer su iniciativa como mineros en la extracción y sobreexplotación de las reservas de agua subterránea» (Naredo 1999).

En la actualidad, el agua ha pasado a ser un bien económico –escaso, apropiado e intercambiado- y la gestión del agua ha pasado a ser la gestión de la infraestructura hidráulica entrando en conflicto con otros intereses urbanos y de asentamiento.

2. La gestión a distinta escala de la fertilidad.

Como hemos visto, el manejo de la fertilidad del suelo –producto de un largo proceso de aprendizaje para hacer frente a un marco natural poco favorable- no estaba separado de ninguno de los demás manejos –ganadero o silvícola- y aunque si se utilizaban técnicas específicas enfocadas a aumentar la materia orgánica de los suelos, éstas estaban íntimamente relacionadas con aquellas que favorecían la conservación del agua y

la disminución de la pérdida de suelo. Básicamente era la diversidad de condiciones –socioeconómicas, ambientales, culturales- las que definían la diversidad de aprovechamientos agrarios y la diversidad de técnicas utilizadas, dentro del marco de una economía agraria tradicional con una base estrictamente orgánica.

Por lo tanto, en los sistemas agrarios tradicionales la reposición de la fertilidad se gestiona mediante formas complejas de gestión del territorio y sus recursos (Garrabou 1996); ya que aunque el trabajo se expresa en unidades de gestión como son las parcelas, los terrenos no cultivados, desempeñan el papel de «fábrica» de nutrientes que se movilizan después hacia las áreas cultivadas por acción animal, por procesos naturales o por el trabajo humano.

Las prácticas agrícolas tradicionales, mantenían la fertilidad de los suelos principalmente optimizando la gestión del agua –a través del riego, el entarquinado o las avenidas que dejaban fértiles limos-; mediante la gestión de la biomasa vegetal de la propia finca –podas, rastros, restos de cosecha-, y/o de la periferia, mediante el acarreo de materia orgánica de muy distinta procedencia –monte, hojas, paja, helechos, restos de podas y huertas de otras fincas- hacia las parcelas más cuidadas y fértiles; mediante la utilización de su convertidor más directo que era el ganado; también mediante la gestión de la propia superficie labrada y de los cultivos –el barbecho semillado, las asociaciones y rotaciones de cultivos, la implantación de praderas, los abonos verdes utilizados como alternativa al estiércol- y otras actuaciones acordes con dichos propósitos conservadores y fertilizadores.

El ganado extensivo de razas autóctonas era el vehículo utilizado para la transferencia de nutrientes, canalizando un importante flujo de fertilidad hacia suelos menos fértiles (Gómez Sal 2007). Su práctica a nivel local –majadeo o redileo-; o una escala territorial como pastoreo itinerante, permitía el aprovechamiento coordinado de zonas con máximos de producción vegetal complementarios en el tiempo –un ejemplo es la trashumancia¹⁹-, pero el producto de transferencia de nutrientes por excelencia es el estiércol²⁰

19 La trashumancia –apoyada en el pasado por rentabilidad de sus productos y el ajuste a las características del territorio- permitía evitar los periodos críticos en cada zona y aprovechar los recursos en su mejor condición. En España ha dejado como herencia una densa red de vías pecuarias y varios tipos de pastizales asociados, cuya composición óptima dependía del mantenimiento de altas cargas temporales de ganado (Gómez Sal y Lorente 2004).

20 Bien sin fermentar, compostado, o semi-fermentado. El estiércol fertiliza porque concentra nutrientes minerales de una amplia superficie pastoreada, en un proceso repetitivo de recepción de deyecciones sobre la hojarasca que sirve de cama, además de actuar sobre las propiedades físicas y químicas y biológicas, amortiguando la acidez, favoreciendo la estructuración, la formación de complejos orgánicos minerales, el balance hídrico al esponjar y airear el suelo, la actividad macro y microbiana edáfica, etc.

18 El careo diario del rebaño, con regreso a un punto central, a veces también móvil, permite conjugar el aprovechamiento de estos distintos tipos de recursos según su abundancia y las necesidades de alimentación del rebaño (Castro et al. 2004).

Las formas «modernas» de gestionar el uso del suelo y su fertilidad, han permitido intensificar el uso de las parcelas de cultivo e independizar su función del resto de los aprovechamientos agrícolas y ganaderos; pero por otra parte han acentuado la dependencia de la agricultura y la ganadería del uso de recursos renovables y no renovables, produciendo una degradación del suelo de carácter irreversible en muchas zonas de ámbito mediterráneo; desencadenando al mismo tiempo serios problemas de vertidos y residuos; e imponiendo además, en un medio humano y natural tan diverso, una uniformidad en los conceptos, en los usos agropecuarios y silvícolas y en los recursos genéticos, digna de ser subrayada.

El escenario mostrado nos acerca a un complejo entramado de conocimientos adaptados a un complejo entramado de situaciones; la idea que vertebra todo el discurso es, la de que no existe separación entre los usos del territorio y las funcionalidades de los agrosistemas. Los limitantes a la sustentabilidad que sean el producto de factores medioambientales y edáficos, suponen una adaptación, llegando a un equilibrio de manejo, los limitantes producidos por la propia actividad humana, implican para su corrección un cambio de diseño y de gestión en el modelo de producción escogido.

En los últimos años han surgido en nuestro país modelos de gestión agrícola que «venden» sostenibilidad -como la agricultura de conservación o la integrada- sin embargo, se basan en los mismos planteamientos productivistas e industriales que la agricultura convencional aunque «suavizando» algunas técnicas de manejo -mínimo o ningún laboreo con aporte de restos de cosecha, abonos minerales, semillas transgénicas y herbicidas en la agricultura de conservación y control biológico más tratamientos químicos controlados, uso de transgénicos, herbicidas y abonos minerales en la integrada-.

Hoy por hoy, el diseño de modelos agrarios verdaderamente perdurables, dentro de un planteamiento territorial, sólo es abordado de forma integral por modelos de gestión agraria basados en premisas agroecológicas.

La Agroecología, una invitación desde la ciencia a abordar la gestión territorial de la fertilidad

La agroecología como ecología de los sistemas agrarios, tiene como objetivo principal el conocimiento de los elementos y procesos claves que regulan el funcionamiento de los agrosistemas, con el fin de establecer las bases científicas para una gestión eficaz de los sistemas agrarios en armonía con el medio ambiente (Bello *et al.* 2008) y con el factor social.

En el escenario actual sólo la agroecología ha sentado las bases de lo que significa para el sector primario una percepción territorial y orgánica. Adoptando modelos de gestión agrosistémica interconectados e inte-

grados en su medio y basados preferentemente en el manejo de la biodiversidad y en la gerencia de la materia orgánica; evidenciando que es posible un equilibrio perdurable entre la producción, la calidad de las producciones, la conservación de los recursos y desarrollo rural verdaderamente sostenible.

Para la agroecología la integridad del agrosistema depende de las sinergias entre un modelo concreto de uso de los recursos, la diversidad de plantas cultivo y no cultivo y el funcionamiento continuo de una comunidad macro y microbiana dentro y fuera del suelo (Gliessman 2001), estando estas últimas, como no podía ser de otra manera sustentadas por un suelo rico en materia orgánica en todas sus formas.

Pero ¿qué premisas permiten a la agroecología gestionar a distinta escala, con la máxima eficiencia la fertilidad del suelo de cultivo? Veamos:

1. El manejo agroecológico de la fertilidad se basa en la conexión entre los componentes que participan en la producción en el tiempo y en el espacio y a distinta escala.

El conocimiento tradicional sobre el manejo de los recursos provee a la agroecología de esa visión holística, que posteriormente los avances científicos han verificado. Para la agroecología, el suelo deja de ser un medio inerte, basándose su dinámica en la interconexión entre sus componentes; su organización se establece de acuerdo con un modelo jerárquico, en el que el paso de un nivel inferior a otro superior en la jerarquía supone la aparición de propiedades emergentes, que no pueden explicarse solamente mediante la suma de los elementos que componen el nivel jerárquico inferior. En relación al agrosistema, no manejamos subsistemas separados -suelo, agua, vegetación, atmósfera-, sino componentes conectados en un mismo sistema; niveles de organización²¹ y propiedades emergentes, abordando su estudio y gestión de forma multidisciplinar. A nivel territorial, a nivel de cuenca, etc. el paisaje agrario se muestra como un mosaico multifuncional y heterogéneo, en el que las fronteras naturales y sociales son permeables, permitiendo un flujo de genes, agua, nutrientes, energía e información. A mayor escala un marco biogeográfico específico como es el mediterráneo seguirá definiendo otros ámbitos de actuación políticos, económicos, ambientales, sociales, etc..

21 Por ejemplo, el nivel textural -arcilla, limo y arena- tiene unas propiedades que se diferencian del nivel estructural agregacional -en el que interviene un nuevo componente que es la materia orgánica- y del que emergen otras propiedades-. Igualmente, se acepta científicamente como la vegetación parece funcionar como un integrador de los componentes del sistema arriba y abajo del suelo, los cuales a pesar de estar espacialmente separados están conectados a nivel biológico por las plantas (Altieri y Nicholls 2003).

2. Asume la fertilidad a nivel global como expresión del estado de los componentes y de los procesos biológicos, químicos y físicos de un suelo, en un contexto ambiental y socioeconómico determinado y reconoce a la materia orgánica un papel insustituible en la optimización de todos los parámetros y los procesos que permiten una producción sustentable en los sistemas agrícolas.

La fertilidad en el contexto agroecológico expresa «la capacidad de los suelos agrícolas para mantener de manera perdurable, un nivel de producción estable y de calidad, conservando un estado de alta estabilidad frente a los procesos que implican su degradación y todo ello dentro de una amplia gama de condiciones locales agroambientales, socioeconómicas y culturales» (Labrador 2001b). La materia orgánica como expresión del carbono orgánico en el suelo es un componente más, pero es el componente que permite al suelo la expresión de todas sus funcionalidades²².

En el ámbito mediterráneo, podemos afirmar que el suelo constituye un recurso prácticamente no renovable a escala de tiempo humana en función de una tasa de renovación muy lenta, por lo tanto el manejo de la fertilidad del suelo con bases agroecológicas va a estar basado y dirigido a: mitigar o impedir la degradación del suelo de cultivo²³, a potenciar la biodiversidad edáfica y a incrementar el contenido de materia orgánica –la retroalimentación positiva garantiza la optimización en la dinámica y contenido del agua-.

Además la valoración de la perdurabilidad de la fertilidad se concibe sólo de forma integrada con la verte-

bración del territorio y el mantenimiento de la organización social que maneja esos recursos.

3. Determina que uno de los pilares de la fertilidad debe ir enfocada a la conservación o/y el aumento de la biodiversidad.

La biodiversidad²⁴ refleja la variedad de organismos vivos, en este sentido la heterogeneidad del territorio mediterráneo es la base de la riqueza de especies que lo sustenta. Su importancia es vital por ser «un patrimonio de creación lentísima inviable de reproducir a escala temporal humana» Parra (2001).

Los suelos albergan algunas de las comunidades biológicas más diversificadas del planeta, aportando servicios decisivos para la sostenibilidad de la biosfera y la fertilidad agrosistémica: participan en la degradación de los materiales orgánicos y en el transporte –junto con el agua- de los productos de la transformación a lo largo del perfil, son el principal agente de los ciclos biogeoquímicos, regulan la dinámica de la materia orgánica del suelo la retención del carbono y la emisión de gases de efecto invernadero, modifican la arquitectura del suelo dando forma a la estabilidad estructural y los regímenes del agua; mejora la cantidad y eficacia de la adquisición de nutrientes por la vegetación –micorrizas, rizobium y otros- y la salud de las plantas. Un componente de la biodiversidad en el suelo son las raíces de las plantas y es en el contexto rizosférico –suelo, productos orgánicos, agua, minerales y organismos que rodean a las raíces- en el cual se expresa de forma más eficiente la relación biodiversidad-productividad.

Igualmente uno de los pilares del manejo agroecológico es la gestión del hábitat mediante la diversificación de la vegetación cultivo y no cultivo –cultivos de cobertura e infraestructura vegetal natural, técnicas asociadas al manejo de arvenses y el uso de policultivos y de rotaciones-.

4. Considera que a nivel agrosistémico no podemos hablar de sostenibilidad sino reintroducimos de nuevo en el sistema los subproductos orgánicos generados por la actividad agrícola y ganadera.

En ámbito mediterráneo el problema de los subproductos orgánicos no recuperados –residuos- es crítico, no sólo porque los residuos generados dependen de los recursos utilizados en los procesos, sino porque la escasez de agua y materia orgánica debería condicionar tanto la gestión de nuestros vertidos como la limitación en la

22 Algunos servicios que presta el suelo son (adaptado de Blum y Santelises 1994): Producción de biomasa (alimento, fibra y energía) por su actuación como sustrato del y para el desarrollo vegetal; reactor que filtra, regula y transforma la materia para proteger de la contaminación el ambiente, las aguas subterráneas y la cadena alimentaria; hábitat biológico y reserva genética de muchas plantas, animales y organismos, que estarían de esta manera protegidos de la extinción; medio físico que sirve de soporte para estructuras industriales y técnicas, así como para otras actividades socioeconómicas; fuente de materias primas que proporciona agua, arcilla, arena grava, minerales, y elemento de nuestra herencia cultural.

23 Por degradación del suelo entendemos la reducción o pérdida de la productividad biológica o económica de la complejidad de las tierras...ocasionada en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos... (CLD 2008). La Comisión Europea expone claramente en la Comunicación «Estrategia temática para la protección del suelo» que la causa más importante de la degradación y la pérdida de suelo, es la actividad agropecuaria industrial intensiva. En España toda la mitad sur, a excepción de las cadenas montañosas más elevadas, más la meseta norte, la cuenca del Ebro y la costa catalana entran dentro de las categorías de tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas, y por lo tanto estas áreas son susceptibles de desarrollar el fenómeno de la desertificación (PNAD).

24 En ecología, el concepto de diversidad tiende a ser aplicado al nivel de comunidad; así la diversidad es interpretada como el número de especies diferentes que conforman una comunidad en un lugar determinado –también denominado biodiversidad- (Wilson 1988). Sin embargo, como sabemos los ecosistemas y los agrosistemas, tienen igualmente diversidad en el arreglo espacial de sus componentes, en sus interacciones, etc. Por lo tanto la diversidad tiene varias dimensiones ofreciendo mayor complejidad al concepto de diversidad –diversidad ecológica (Gliessman 2001).

producción de residuos y la recuperación de los subproductos orgánicos. La agroecología demuestra cómo el progreso de la agricultura depende de que podamos cerrar ciclos de nutrientes a nivel territorial devolviendo a los campos la materia orgánica que de ellos ha salido. La sostenibilidad de los modelos agropecuarios basados en lo orgánico vendrá de la ordenación ecológica del territorio que permita la diversificación de los usos –agropecuarios y silvícolas–; la generación, valoración y reutilización de los subproductos orgánicos –biomasa, estiércoles, subproductos agroindustriales, etc.– el diseño del balance orgánico a nivel de finca y la gestión del balance húmico a nivel de suelo. La agroecología reconoce el valor de determinadas técnicas de transformación de los subproductos orgánicos como es el compostaje²⁵.

5. La metodología agroecológica cuantifica, caracteriza e integra la materia orgánica en su globalidad sin olvidar que el manejo de la misma debe estar basado en el recurso suelo.

Definimos a la materia orgánica del suelo como «*el material orgánico de origen biológico, que procede de alteraciones bioquímicas de los restos de animales, plantas y microorganismos y de la propia actividad vegetal y microbiana; que se encuentra localizada en el interior de macro o microagregados, en la solución y en la superficie del suelo y presenta distintos estados de transformación derivados de la dinámica del medio vivo y de la interacción con el medio mineral, los factores ambientales, el tipo de suelo y las prácticas de cultivo*» (Labrador 2001).

La metodología agroecológica cuantifica la materia orgánica en todas sus formas²⁶; la caracteriza para evaluar su idoneidad en relación a los procesos y al objeto de su uso y la integra en el contexto ambiental y social ya que un dato aislado del contexto “ambiente” no expresa la funcionalidad del parámetro y por otra parte un manejo aislado del ámbito socioeconómico en el que se origina no da garantías sobre su sostenibilidad. En este sentido le da una enorme importancia al seguimiento de su evolu-

ción tanto por el agricultor “in situ”, como por el técnico o el investigador apoyado en datos de campo y analíticos.

6. Reconoce que la materia orgánica no es un indicador de calidad aislado a la hora de evaluar cuantitativamente y cualitativamente los procesos de transición; ya que nos informa no sólo de los servicios que puede ofrecer ese suelo sino también de los procesos. Indicadores e índices de calidad deberían seleccionarse de acuerdo con las funciones del suelo que se quieren estudiar y los objetivos de manejo definidos para el sistema.

La MOS usada como indicador de calidad es un elemento integrador entre el conocimiento sobre las funciones de un suelo obtenidas de la investigación edafológica y los conocimientos obtenidos de la práctica agrosistémica.

La comprensión de la cuantificación y la interpretación de la MOS debe hacerse desde esta visión dinámica, que contemple su relación de sinergias y antagonismos con otros recursos y con el medio vivo, en un escenario climático cambiante, dentro de un marco biogeográfico como es el mediterráneo, en el contexto de unos usos específicos y un marco socioeconómico determinado y con un objetivo común que es la fertilidad –con todo lo que ello representa–

Su seguimiento multidisciplinar nos permite incrementar la colaboración entre las diferentes disciplinas que integran las ciencias del suelo y poner en práctica la investigación participativa²⁷.

7. Asume que los conocimientos actuales sobre el manejo de la MOS se enriquecen desde una comprensión de los “saberes” pasados.

A pesar de que han tenido que pasar años, la materia orgánica está considerada por la Ciencia del Suelo como uno de sus componentes principales, capaz de regular la capacidad del mismo para mantener su fertilidad, participando igualmente en los procesos que promueven su conservación, siendo además un elemento capaz de ofrecer servicios ambientales que permiten sostener al ser humano en el ámbito local y a escalas globales. El conocimiento tradicional²⁸ so-

25 El compostaje es un proceso biooxidativo controlado en el que intervienen una gran diversidad de microorganismos, que requiere una humedad adecuada, y sustratos orgánicos heterogéneos en su composición y homogéneos en cuanto a su tamaño y básicamente en estado sólido. Que pasa por una etapa termófila, dando al final como producto de los diferentes procesos de transformación, dióxido de carbono, agua, minerales y materia orgánica humificada y estabilizada –compost–.

26 Teniendo presente que un método analítico está sujeto a numerosas interferencias y puede ser el mismo productor de alteraciones importantes. La MOS se divide en diversas fracciones –que presentan tiempos de evolución muy diferente– basadas en sus características físicas (tamaño, densidad y localización dentro de la matriz del suelo), químicas y/o en la velocidad de descomposición. La MO viva, la MO particulada, la MO soluble, las sustancias húmicas –en suelos agrícolas mull, moder y mor– y la MO orgánica inerte –expresión poco afortunada–.

27 Entendemos por Investigación Participativa, aquella que constituye un proceso de interacción creativa dentro de las comunidades rurales mediante el cual el conocimiento local y el científico se combinan y se desarrollan en pie de igualdad para encontrar soluciones a los problemas de los productores, sacando el máximo provecho posible de las oportunidades y recursos locales (Guzmán Casado *et al.* 2007).

28 Contrariamente a lo especulado, dentro de la mente del productor tradicional existe un detallado catálogo de conocimientos acerca de la estructura o los elementos de la naturaleza, las relaciones que se establecen entre ellos, los procesos o dinámicas y su potencial utilitario. Esta clasificación se aplica por igual a los fenómenos de carácter astronómico, físico, biológico y ecogeográfico (Toledo 2002)

bre la gestión de la fertilidad a nivel territorial y el manejo de materia orgánica a nivel de finca puede contribuir a una gestión más eficiente de la misma en los agrosistemas ecológicos y es la fuente de una autonomía imprescindible para la supervivencia de la agricultura familiar y otras de pequeña escala.

8. Finalmente la perspectiva agroecológica reconoce el papel de la MOS dentro de una dinámica global.

La percepción de los servicios de la materia orgánica a nivel de la edafosfera, nos hace reconocer su importancia a escala global y potenciar su manejo óptimo con vistas a la adaptación de los sistemas agrarios a los nuevos escenarios producto de las variaciones climáticas en ambiente mediterráneo –principalmente escasez de agua y aumento de las temperaturas- para minimizar el impacto de las variaciones o perturbaciones. Igualmente se sabe el papel de los suelos con elevada fertilidad en la mitigación de los efectos de la actividad agraria en el cambio climático -reservorio de carbono orgánico e inorgánico, disminución de la emisión de GEI, etc.- (FiBL 2007).

Mientras que la política actual fomenta que tales acciones pueden ponerse en marcha una vez que la perturbación ha sucedido, desde la agroecológica propugnamos que la mayor parte de ellas sean anticipativas, internalizándolas en la propia estructura y dinámica del sistema agrario.

En este aspecto y en otros, la agricultura ecológica²⁹, biológica u orgánica es el modelo de producción que con bases agroecológicas gestiona de forma más eficiente la fertilidad del suelo basándose preferentemente en la gestión de la materia orgánica en los agrosistemas. La normativa que reglamenta la agricultura ecológica regula de forma precisa los requisitos de composición, procedencia y las condiciones de utilización de las materias y subproductos orgánicos que se aporten al suelo³⁰; igualmente establece las prácticas agrarias que facilitan el aumento de la

29 La agricultura ecológica es un modelo de gestión agraria que utiliza alternativas de manejo capaces de unir producción sostenible y de calidad, conservación de los recursos naturales y desarrollo rural. Sus bases teóricas y técnicas se fundamentan, por una parte en el conocimiento tradicional agrícola y ganadero local, y por otra en una disciplina científica, la agroecología

30 La normativa que regula la producción ecológica expone claramente que “cuando los fines específicos para aumentar, mantener o corregir la fertilidad del suelo, no se puedan satisfacer mediante el manejo agroecológico se podrá recurrir a los productos incluidos para este fin en el anexo I del Reglamento (CE) nº 889/2008 de la Comisión por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control

MOS y las técnicas para la reutilización óptima de los subproductos orgánicos generados que promueven la obtención de abonos orgánicos y órgano-minerales de calidad

Conclusiones a modo de recomendaciones

La actividad agropecuaria tradicional genera distintos sistemas de uso de recursos coherentes con las posibilidades que su medio ofrece. Esta gestión, produce la modificación de la estructura y características funcionales de los ecosistemas con el fin de obtener una serie de servicios agrarios; la «visión de futuro» de la agricultura tradicional obligaba no sólo a manejar la finca sino a «manejar el territorio» para obtener estructuras, componentes específicos, sinergias y antagonismos que aportasen «integridad y coherencia ecológica»³¹ a la gestión con fines productivos.

Esto dio lugar a pautas diversas de aprovechamiento y a la creación de un territorio complejo sustentado en un profundo y extenso conocimiento, en una alta biodiversidad cultivada y natural, en un rico patrimonio cultural y en un flujo de genes, nutrientes, agua y energía entre los distintos componentes del mosaico territorial, diseñado para mantener una capacidad de respuesta adaptativa frente a futuras necesidades.

La integración producción-conservación era la mayoría de las veces «tan exitosa» que los recursos generados por la dinámica de «lo natural» se aprovechaban para uso agropecuario y los nuevos recursos generados por los usos agrarios, ganaderos o silvícolas eran aprovechados no sólo por los animales salvajes sino por la vegetación natural para extenderse.

En la actualidad estos planteamientos «atrasados» han dejado paso, tras una revolución denominada paradójicamente «verde», a una agricultura de alta tecnología que ha conseguido elevar y estabilizar los rendimientos de los cultivos, a base de desestabilizar la relación de los sistemas agrarios con el entorno ecológico en el que se insertan de manera que «*los mayores rendimientos de las cosechas, recaen en la insostenibilidad de sus relaciones con el medio*» (Naredo 1999).

En este momento, la «urgencia ecológica» –por hablar de una de las urgencias de la agricultura mediterránea- requiere no sólo refinamientos conceptuales –el

31 De hecho esto es exactamente lo que ha ocurrido al tratar de sustituir el concepto de coste social por el de externalidades, en apariencia más refinado conceptualmente pero en realidad mucho más irrelevante, tanto desde un punto de vista teórico como empírico, y vacío puesto que sólo consiste en una etiqueta que evita profundizar en su contenido y que gran parte de los economistas y no economistas emplean, aparentando conocer y controlar el problema, pero sin saber muy bien de qué están hablando ni cuales son las implicaciones que conlleva su uso (Aguilera 2001).

concepto de externalidad³² es un ejemplo igual que el de multifuncionalidad³³.

Recuperar la coherencia en la gestión de los usos, los recursos y los residuos en ambiente mediterráneo precisa, de un cambio tecnológico, económico, político, social, para afrontar un escenario tremendamente complicado, en el que los espacios de poder y de desarrollo están ya definidos.

Por el momento, sólo la Agroecología es capaz de proporcionar las bases científicas y los argumentos teóricos y técnicos capaces de generar alternativas más perdurables de diseño y manejo de los sistemas productivos, proporcionando estrategias de uso agropecuario y silvícola del territorio de aplicación local, basadas en el saber tradicional sustentados en la innovación tecnológica procedente del conocimiento científico multidisciplinar. Ofreciendo igualmente, las herramientas metodológicas para que la población rural se convierta en la fuerza motora que defina las estrategias de su propio desarrollo.

Los esfuerzos de los investigadores y técnicos en agroecología se centran hoy en priorizar la investigación y experimentación en relación al desarrollo de enfoques para el manejo agrosistémico como la Agricultura y la Ganadería Ecológica. Estos modelos, ampliamente exitosos en lo agronómico, en lo económico y en lo social generan además toda una gama de «servicios ambientales» en ambiente mediterráneo que deben ser compensados.

Sin embargo, si no existe un reconocimiento institucional de la importancia de una reconversión territorial –y porque no Regional y Nacional- a los modelos de producción ecológica, es poco probable que podamos mantener de forma sostenible «islas de producción ecológica» en un territorio degradado, con un paisaje simplificado, que limite el flujo genético y energético o perturbe la vida en el suelo, los ciclos de nutrientes, las tramas del ciclo del agua, etc.

En este sentido, ya se ha demostrado lo ilógico de conservar espacios naturales aislados de su entorno y sus usos en ambiente mediterráneo; por lo tanto con modelos basados en criterios agroecológicos, debemos basarnos en

marcos de actuación que sobrepasen la escala de finca y en políticas que contemplen el diferencial de «bioregión» y lo plasmen en instrumentos de gestión, consumo y mercado coherentes y eficaces. Tal vez mantener la multifuncionalidad de la agricultura requiere simplemente hacer viable dicha actividad, ya que, por sí misma, es multifuncional - palabra nueva para un concepto antiguo.

Reconvertir los factores limitantes en señas de identidad cultural, estabilidad ecológica y calidad de vida, debería constituir un eje estratégico, para el planteamiento del desarrollo de la futura agricultura y ganadería ecológica mediterránea. Estas estrategias deben de ser apoyadas por campañas de información para que el ciudadano sienta que además de comprar un producto de calidad diferenciada, esta preservando un diseño, un paisaje, una cultura agraria milenaria y modélica y una manera de sentir y pensar.

Y es aquí donde las nuevas políticas de conservación, de desarrollo rural y las políticas agrarias deben trabajar al unísono para el diseño y puesta en marcha de medidas que favorezcan y que sirvan de estímulo, consolidación y expansión del enfoque más acorde con la multifuncionalidad, la producción ecológica y en un ámbito peculiar como es el mediterráneo. Y esto evidentemente supone un enorme desafío que deberemos estar dispuestos a afrontar.

Referencias

- Aguilera F. 2001. La economía ecológica como ejemplo de la perspectiva institucional de la economía de los recursos naturales. En *Agroecología y Desarrollo. Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de Agrosistemas mediterráneos* (Labrador J, Altieri MA, eds.). Unex/Mundi Prensa, pp 449-466
- Altieri MA, Nicholls CI. 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research* 72: 203-211.
- Atance A, Tió C. 2000. La multifuncionalidad de la agricultura: Aspectos económicos e implicaciones sobre la política agraria. *Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros* 189: 29-48.
- Bello A, López JA, Díez MA, López J, García A. 2008. Principios Ecológicos en la gestión de los agrosistemas. *Revista ARBOR*. 729:19-29.
- Feredes E. 2001. Manejo del agua en la agricultura. En: *Agroecología y Desarrollo. Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de Agrosistemas mediterráneos* (Labrador J, Altieri MA, eds.). Unex/Mundi Prensa, pp 265-278
- FiBL. 2007. *Organic Farming and Climate Change. Monograph*. Research Institute of Organic Agriculture. International Trade Centre UNCTAD/WTO.
- 32 . El concepto de multifuncionalidad conlleva el reconocimiento de que la agricultura realiza una serie de funciones que exceden ampliamente la mera producción de materias primas y alimentos. Sin embargo, la Comisión ha empleado con mayor frecuencia la palabra multifuncionalidad como referencia a un objetivo «planeado» para la política agraria europea (Atance y Tió 2000).
- 33 La visión agroecológica de la sustentabilidad se focaliza igualmente, sobre la necesidad de seguir creciendo en términos de productividad agrícola, pero en equilibrio con la conservación en cantidad y calidad de los recursos naturales involucrados en la producción. Esto implica usar los recursos a tasas más bajas que aquellas a las cuales son generados, emitir desechos a tasas más bajas que aquellas a las cuales éstos puedan ser absorbidos por el ambiente y optimizar la gestión y el aprovechamiento de los subproductos

- Garrabou R, Naredo JM. 1996. La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica. Madrid: Fundación Argentaria/Visor.
- Gascó JM. 1998. Problemas y prácticas diferenciadas del control de la fertilidad en distintas zonas edafoclimáticas. En *La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica* (Garrabou R, Naredo JM, eds). Fundación Argentaria/Visor, pp 109-120.
- Gascó JM. 2001. El suelo como recurso. En *Agroecología y Desarrollo. Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de Agrosistemas mediterráneos* (Labrador J, Altieri MA, eds.). Unex/Mundi Prensa, pp 119-128
- Gliessman SR. 2001. *Agroecosystem sustainability: developing practical strategies. Advances in agroecology*. Boca Raton, Fla. CRC Press.
- Gómez V, Torcal L, Roquero L. 1998. Los suelos Mediterráneos. En: *Agricultura Sostenible* (Jiménez Díaz R, Lamo de Espinosa J, eds). Madrid: Mundi-Prensa, pp 71-100.
- Gómez Sal A. 2000. Las razas de ganado autóctono en la conservación de la naturaleza. En *Manual del técnico en medio ambiente natural* (Colegio de veterinarios de Ourense eds), pp 61-68.
- Gómez Sal A. 2001. Aspectos ecológicos de los sistemas agrícolas. Las dimensiones del desarrollo. En *Agroecología y Desarrollo. Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de Agrosistemas mediterráneos* (Labrador J, Altieri MA, eds.). Unex/Mundi Prensa, pp 83-119.
- Gómez Sal A. 2006. Vías pecuarias y pastoreo extensivo. Valores de conservación y servicios ambientales. En *I Congreso Nacional de Vías Pecuarias*. Ministerio de Medio Ambiente (eds.), pp 175-188.
- Gómez Sal A, Gonzalez A. 2007. A comprehensive assessment of multifunctional agricultural land-use systems in Spain using a multi-dimensional evaluative model. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 120: 82-91.
- González Bernáldez F. 1991. Diversidad biológica, gestión de ecosistemas y nuevas políticas agrarias. En: *Biological Diversity* (Díaz Pineda F, Casado MA, De Miguel JM, Montalvo J, eds.). Madrid: Fundación Ramón Areces, pp 23-32.
- Guzmán Casado G, Alonso A, 2007. La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. *Revista Ecosistemas* 16: 24-36.
- Ibáñez JJ. 2009. Clima, Mediterráneo y Mediterraneidad: Bases Conceptuales y los Problemas Inherentes a su definición. En: <http://webblogs.madrimasd.org>.
- Labrador J. 2001a. Aproximación de la gestión agroecológica a la fertilidad del suelo. En *Agroecología y Desarrollo. Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de Agrosistemas mediterráneos* (Labrador J, Altieri MA, eds.). Unex/Mundi Prensa, pp:129-164.
- Labrador J. 2001b. La materia orgánica en los agrosistemas. Madrid: MAPA/Mundi-Prensa.
- Naredo JM. 2001. Sobre la "sostenibilidad" de los sistemas. En: *Agroecología y Desarrollo. Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de Agrosistemas mediterráneos* (Labrador J, Altieri MA, eds.). Unex/Mundi Prensa, pp. 435-449
- Parra F. 2001. El ámbito mediterráneo: cultura, naturaleza y agricultura. En *Agroecología y Desarrollo. Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de Agrosistemas mediterráneos* (Labrador J, Altieri MA, eds.). Unex/Mundi Prensa, pp 65-82
- Puigdefábregas J. 1998). Variabilidad climática y sus consecuencias sobre los sistemas agrarios. En *Agricultura Sostenible* (Jiménez Díaz R, Lamo de Espinosa J, eds). pp. 41-71.
- Rubio JL. 2007. Desertificación y Cambio climático. En *Cambio climático y sus consecuencias*. *Revista Ambienta* 70:26-31.
- Toledo V. 2002. Ethnoecology: a conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature. En *Ethnobiology and biocultural diversity. Proceedings of the 7th International Congress of Ethnobiology*, (Stepp JR, Wyndham FS, Zarger RK, eds). International Society of Ethnobiology, Georgia, USA, pp. 511-522.
- Vadell J, Sánchez A, Farrús E. 2003. Gestión agroecológica del agua en la agricultura mediterránea de secano. *Revista Vida Rural* 99:33-35.