

AGRICULTURA TRADICIONAL VERSUS AGRICULTURA ECOLÓGICA. EL COSTE TERRITORIAL DE LA SUSTENTABILIDAD

¹Gloria Guzmán Casado, ²Manuel González de Molina.

¹Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural, Apdo Correos: 113. 18.320 Santa Fe (Granada), ²Dpto. Historia Contemporánea. Universidad Pablo de Olavide (Sevilla). Tfno: 958-513195. fax: 958-513196, E-mail: gercifaed@hotmail.com

Resumen

El estudio de los sistemas agrarios tradicionales puede proporcionar conocimientos útiles para mejorar la sustentabilidad de la agricultura actual. No obstante, cuando los agroecosistemas tradicionales y la racionalidad que los guiaba han desaparecido, como sucede en Europa, la investigación histórica puede tener un papel decisivo en la comprensión de los mismos. En este artículo se estudia la evolución de un agroecosistema típico de área mediterránea durante los últimos doscientos cincuenta años, poniendo de manifiesto que la alta biodiversidad y la internalización de los flujos de energía y materiales de la agricultura tradicional, que son bases reconocidas de la sustentabilidad, tienen un coste territorial. Este se manifiesta como la obligatoriedad de la dedicación del territorio a usos diversos y complementarios, que dejan su huella en el paisaje. La agricultura ecológica debe considerar este coste territorial, tratando de minimizarlo, para mejorar su actual grado de sustentabilidad.

Palabras clave: Sustentabilidad agraria, agricultura ecológica, agricultura tradicional, paisaje, uso del territorio, biodiversidad.

Summary

Traditional agriculture versus organic agriculture. The territorial cost of sustainability

The study of traditional agrarian systems can provide useful knowledge for improving the sustainability of present-day agriculture. Nonetheless, with the loss of traditional agroecosystems and the rationale that guides them, as has happened in Europe, an historical research approach can have a decisive role to play in recapturing this knowledge. In this article we study the evolution of a typical Mediterranean agroecosystem during the last 250 years, supporting the claim that high diversity and the internalization of energy flows and nutrient cycles found in traditional agriculture, are not only characteristics of the sustainability of such systems, but are based in the need for additional land in production. This claim requires the dedication of land to diverse and complementary uses that leave a footprint on the landscape. Ecological agriculture needs to consider this "territorial cost," meanwhile trying to minimize it in order to improve its actual degree of sustainability.

Key Words: Agricultural Sustainability, Organic Farming, Traditional Agrarian Systems, Landscape, Biodiversity, Land Use, Spain

Introducción

En este trabajo pretendemos demostrar que el estudio de los sistemas agrarios tradicionales y su evolución en el tiempo pueden contribuir a la mejora del grado de sustentabilidad de los actuales y, más en concreto, de la sustentabilidad de los sistemas agrarios bajo manejo ecológico. La agricultura ecológica (AE), en la medida en que aspira a volver a flujos lo más circulares posible de energía y de materiales, a maximizar los reemplazos, al uso de rotaciones, a la utilización de nutrientes de origen orgánico y energías renovables, etc., debería resultar semejante en la racionalidad de sus manejos y en los arreglos

territoriales a la agricultura tradicional de base energética orgánica. Obviamente, ni por el nivel tecnológico ni por los requerimientos socioeconómicos a que están sometidos, ambos sistemas pueden ser idénticos, ello significaría un "regreso" de la AE a formas de producción pensadas para situaciones históricas muy diferentes a las actuales. Pero, las experiencias de manejo y funcionamiento de los agroecosistemas en el pasado, especialmente cuando utilizaban energías renovables y fertilizantes de origen animal, pueden proporcionarnos conocimientos útiles para mejorar en lo posible la sustentabilidad de la AE en un momento en que lo que se reclama del sector no es sólo la producción de alimentos sanos, sino también una

contribución decisiva a la sustentabilidad de las actividades agrarias y la reducción y restauración de la calidad físico-biológica de nuestros agroecosistemas.

Esta perspectiva no es nueva, está inscrita en las bases teóricas de la propia Agroecología, que destaca la importancia del conocimiento tradicional para el diseño de sistemas sustentables. Sin embargo, en no pocos lugares tal conocimiento ha dejado de existir o es sumamente fragmentario. Este trabajo trata de reivindicar el análisis histórico como un instrumento imprescindible cuando analizamos agroecosistemas fuertemente antropizados, en los que se han producido graves y profundas transformaciones. Cuando el conocimiento tradicional y la racionalidad que lo guía han desaparecido, como es el caso de los agroecosistemas europeos, la perspectiva histórica se convierte en un instrumento necesario para recuperar y recrear, sobre nuevas bases tecnológicas y culturales, formas de manejo que en otro tiempo fueron sustentables.

El estudio de los sistemas agrarios tradicionales puede arrojar, pues, conclusiones relevantes. Entre ellas queremos destacar una que constituye el motivo principal de este artículo: cuanto más biodiverso y dependiente de flujos de energía renovables y de materiales reciclables es un agroecosistema más territorio consumirá. En esa medida, la AE debe "pagar" un coste que no paga la convencional, ya que difícilmente puede eludir las exigencias territoriales que implica la búsqueda de sustentabilidad. De hecho, ese *coste territorial* constituye un buen indicador del grado de sustentabilidad alcanzado por la producción ecológica. A esa conclusión se llega tras analizar la agricultura de base energética orgánica tradicional, tal y como veremos más adelante.

Dicho análisis se ha hecho a partir de la metodología del metabolismo social, que ha sido propuesta recientemente como una nueva vía para comprender la distinta lógica de las formas de producción y relación social a partir de los flujos de energía y materiales (Fischer-Kowalski 1998, Fischer-Kowalski & Hüttler 1999, González de Molina & Guzmán Casado 2006)¹. Cada una de las

formas de organización del metabolismo social que han existido a lo largo del tiempo ha impreso una *particular huella* sobre el territorio, configurando paisajes específicos. O dicho de otra manera, *cada arreglo metabólico tiene un coste territorial en función de la procedencia y calidad de los flujos de energía y materiales que hacen posible su funcionamiento*. Este coste puede materializarse, sin embargo, de manera completa o sólo de manera parcial en el territorio. Por ello es conveniente distinguir entre la *huella visible* que todo metabolismo agrario tiene sobre el agroecosistema y la *huella oculta*, que es aquella parte del territorio, a veces muy distante, del que provienen recursos naturales o funciones ambientales que resultan imprescindibles para el funcionamiento del metabolismo estudiado. En tanto que la huella visible se corresponde a lo que convencionalmente llamamos *paisaje*, la huella oculta viene a coincidir con el concepto de huella ecológica que propusieron Wackernagel & Rees (2001). El caso del metabolismo propio de la sociedad industrial es quizá paradigmático de la conveniencia de establecer la distinción. Se nutre de combustibles fósiles, esto es del subsuelo, y de fuentes de materiales a veces muy distantes del lugar en que se produce la transformación y el consumo de los mismos.

Consecuentemente, este trabajo mostrará los distintos arreglos territoriales de las dos grandes formas de organización del metabolismo social que han existido desde mediados del siglo XVIII, dependientes del suelo o del subsuelo, según hayan tenido en la energía solar o en los combustibles fósiles su fuente de aprovisionamiento fundamental. La evolución la hemos estudiado en un agroecosistema concreto del sur peninsular a través de grandes cortes sincrónicos de cuya comparación hemos extraído las líneas maestras del cambio. Los cortes han sido elegidos procurando combinar la disponibilidad de fuentes tan detalladas como la del Catastro de Ensenada, que ha determinado la elección de 1752 como punto de referencia primero, con momentos en los cuales se pudiera captar bien las transformaciones habidas en la dinámica del agroecosistema: las consecuencias de la Revolución Liberal (1856) o una vez superada la Crisis Finisecular (1904), cuando los historiadores sitúan los inicios de la "modernización" de la agricultura andaluza y española (Pujol *et al.* 2001). El último corte está situado en 1997, fecha más cercana a la actualidad de la que disponemos de datos homogéneos. Su análisis, cuando la agricultura española estaba ya plenamente industrializada, nos ha permitido establecer el contraste necesario con los arreglos territoriales del pasado.

El área de estudio se localiza al sureste de la Península Ibérica, en el municipio de Santa Fe, centro de la Comarca de La Vega de Granada, a unos 12 Km. al oeste de la ciudad con este nombre. Se caracteriza por su gran potencial agrícola, de hecho, es un agroecosistema de alta respuesta a las tecnologías propias de la llamada Revolución Verde. Baste destacar, en este sentido, que el 85,59% de la

1 En analogía a la noción biológica, el concepto de metabolismo social viene siendo utilizado para estudiar las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. Describe y cuantifica los flujos de materia y energía que se intercambian entre conglomerados sociales, particulares y concretos, y el medio natural. La base de esta propuesta se encuentra en el reconocimiento de que las relaciones que los seres humanos establecen con la naturaleza son dobles: individuales o biológicas y colectivas o sociales. Individualmente los seres humanos extraen de la naturaleza cantidades suficientes de oxígeno, agua y biomasa por unidad de tiempo para sobrevivir como organismos, y excretan calor, agua, bióxido de carbono y sustancias mineralizadas y orgánicas. Socialmente, el conjunto de individuos articulados a través de relaciones o nexos de diferentes tipos se organizan para garantizar su subsistencia y reproducción y extraen también materia y energía de la naturaleza por medio de estructuras meta-individuales o artefactos, y excretan toda una gama de residuos o desechos (Toledo & González de Molina 2007).

superficie del municipio tiene una pendiente inferior al 3% (AMA 1991), y el alto potencial productivo y la profundidad de sus suelos. Estos se agrupan mayoritariamente en la categoría Xerofluvents, salvo los del extremo sur, en zona de pendiente que pertenecen al Gran Grupo Xerochrepts. No obstante, este alto potencial sólo se expresa con plenitud cuando el acceso al agua está garantizado a través del riego. Esta última circunstancia es clave dada la climatología de la zona, cuya pluviometría anual ronda los 390 mm anuales, siendo inexistentes los meses con excedente de agua y ocasionando un marcado déficit durante el verano y primer tercio del otoño (Ávila Cano & González de Molina 1999).

Un agroecosistema en equilibrio territorial

A mediados del siglo XVIII el agroecosistema se orientaba preferentemente hacia la producción agrícola en coherencia con las magníficas aptitudes de sus suelos y las posibilidades de irrigación. Se podía advertir ya cierto grado de especialización y una orientación de algunos productos hacia su venta en los mercados externos a la comunidad. Junto al trigo, para consumo humano, y la cebada, para alimentación animal, el lino y en menor medida el cáñamo constituían el grueso de los cultivos de regadío, destinados a la fabricación de velámenes y cordajes para la Marina Real².

En cualquier caso, la inexistencia de fuentes de energía que no fueran las provenientes del sol y sus derivados (viento y agua) obligaba a obtener del suelo, mediante el manejo de convertidores biológicos, tanto el combustible, los alimentos y las fibras textiles como los alimentos necesarios para mantener al ganado de trabajo y la cabaña de renta. En términos generales, las mejores tierras se dedicaban a la producción de alimentos de calidad para consumo humano, en tanto que las menos aptas para el cultivo se dedicaban al ganado o a la producción forestal. Era la manera de que los distintos usos del territorio compitieran lo menos posible entre sí y pudiera aprovecharse prácticamente en su totalidad. Sin embargo, las condiciones edafoclimáticas de la zona (Ávila Cano & González de Molina 1999) y en general del sur de la Península Ibérica (González de Molina 2002), hacían poco factible la coincidencia de varios

aprovechamientos dentro de la misma porción de tierra y obligaban a dedicar extensas superficies a producir maderas y leñas, pastos para el ganado o alimentos para consumo humano. No obstante, los habitantes de Santa Fe se habían adaptado a las limitaciones citadas, tratando de sacar el máximo partido al agroecosistema.

Su organización tendía al equilibrio en los diversos usos agrarios del suelo, de tal manera que cada porción del territorio, dedicándose a un aprovechamiento particular, pudiera satisfacer las necesidades generadas por los otros. Los santafesinos se habían apropiado de aquella parte del territorio que podían cultivar, a excepción de las tierras que el río inundaba con sus crecidas o aquellas de mala calidad que no convenía roturar con la mano de obra disponible. No obstante, ambos espacios eran aprovechados de acuerdo con sus posibilidades. En el río se plantaban álamos y, en mucha menor medida, fresnos para defender las tierras de cultivo de las frecuentes avenidas del río Genil, pero también para obtener madera y leña. A tales recursos había que añadir los residuos de poda del olivar y la leña de algunos morales y nogales. El número de árboles no era, sin embargo, suficiente para atender los requerimientos vecinales, satisfechos con las importaciones que se hacían de áreas más boscosas del entorno.

Las necesidades de piensos y forrajes para el ganado se solventaban con lo producido por las tierras incultas: sotos y prados en la zona inundable, de corta producción, pero sobre todo con las tierras situadas en la parte más alta del término municipal que, pese a ser roturables en parte, no estaban cultivadas y donde predominaban los tomillares y atochares. El lugar, una dehesa boyal de unas 366 ha, fue concedida a los vecinos por los Reyes Católicos al tiempo de la fundación de la ciudad en 1491 (vid, Fig. 1). La escasez de pastos que un monte mediterráneo abierto como este produce obligaba a destinar además una parte sustancial de las tierras cultivadas (secano y regadío eventual, sobre todo) a la producción de granos para completar la alimentación de la cabaña ganadera. De esa manera, la producción de granos para el ganado competía con la producción de granos para la alimentación humana. No obstante, el equilibrio se había alcanzado sobre la base de una cabaña de labor que satisfacía tanto las necesidades de tracción como las de fertilización.

La existencia de ese equilibrio relativo a mediados del siglo XVIII se puede demostrar con un simple balance de la capacidad del agroecosistema para proporcionar los nutrientes exportados en cada cosecha. La producción anual de la cabaña ganadera de Santa Fe en 1752 (vid, Tabla 1) era suficiente para satisfacer la demanda de las tierras de riego constante, las que se abonaban regularmente. En las tierras de riego eventual se cultivaba olivar y vid asociados y, sobre todo, trigo y cebada en régimen de año y vez que no se abonaban.

Cabe preguntarse, no obstante, si era posible aumentar la cabaña ganadera, especialmente la de labor, que tenía mayor capacidad de producir abono orgánico. De

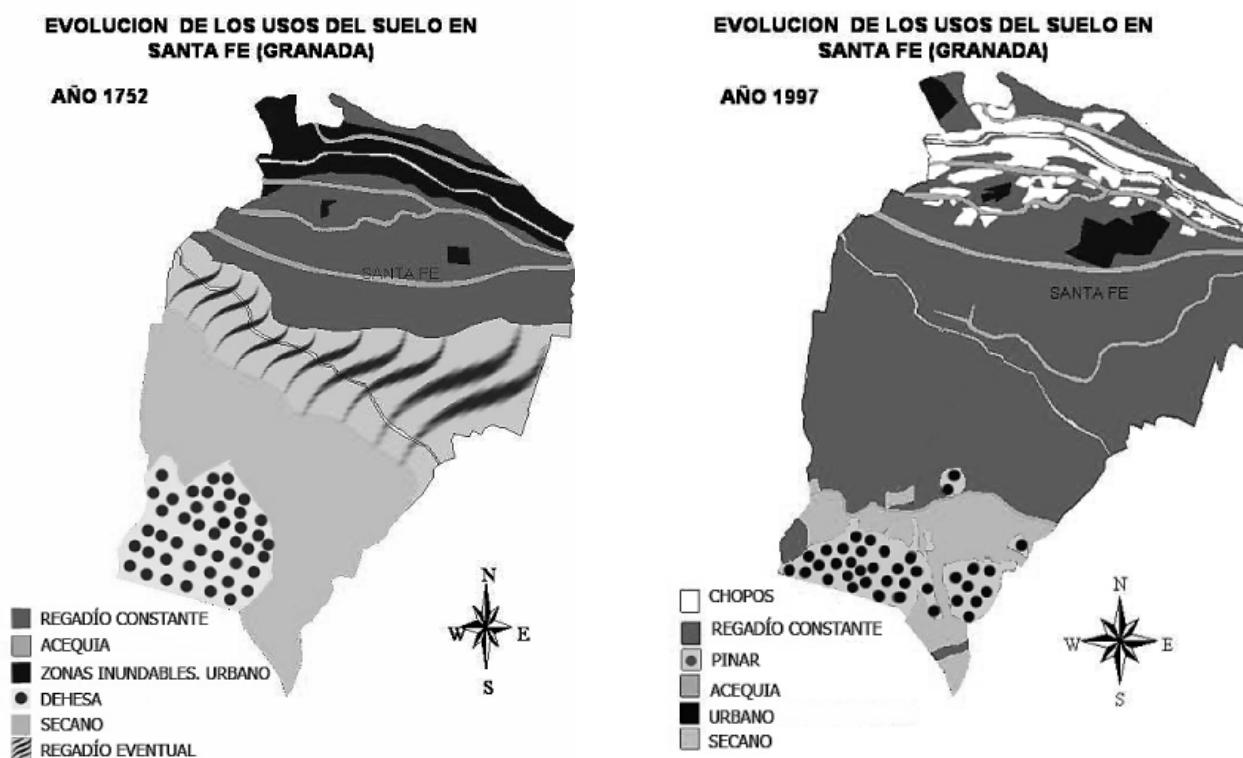
2 Tras experimentar una recesión importante a finales de siglo, coincidiendo con precios comparativamente más ventajosos para el trigo y con el bloqueo británico a los barcos españoles, las superficies sembradas de lino y cáñamo se recuperaron poco después hasta culminar su expansión en los años cuarenta del siglo XIX. A partir de 1869, según Martín Rodríguez (1982: 38), la competencia de los cáñamos italianos, primero, y de los valencianos y catalanes, más tarde, mejores y más baratos que los granadinos, acabaron arruinando los locales. En realidad, hasta la generalización de la remolacha a finales del siglo XIX, lino y cáñamo compartieron con los cereales un lugar preferente.

Tabla 1. Datos físicos de la producción agraria en Santa Fe, 1754-1997

Concepto	1754	1856	1904	1997
Producción agrícola neta (t)	1.737	3.991	26.524	32.444
Producción ganadera neta (t)	346	127	164	2.881
Alimentación humana (t)	1.253	2.896	10.654	17.505
Cultivos industriales (t)	68	249	14.106 ²	1.200
Alimentación animal (t) ¹	385	678	1.291	4.828
Producción forestal (t) ³	30	168	472	8.910
Cabezas de ganado	2.609	1.683	3.050	4.220
Necesidades de tracción (cabezas)	77	107	113	4.156 ⁴
Ganado de labor (cabezas)	122	193	225	8.780 ⁵
Necesidades de alimentación (t) ¹	388	703	770	--
Producción de estiércol útil (t) ⁶	2.593	2.980	3.552	20.935
Necesidades netas (t de estiércol) ⁷	1.667	9.371	22.751	79.991
Déficit	--	6.391	19.199	59.056 ⁸
Necesidades de m. de obra (UTAs)	548	892	1.286	453
Población Activa Agraria (UTAs)	550	1.216	1.675	600

Fuente: Elaboración propia.

(1) Se ha considerado sólo el grano para el ganado de labor; el total de residuos de cereales producido por el agroecosistema resulta suficiente para satisfacer las necesidades de este tipo de ganado. (2) Incluye la remolacha (cultivo destinado a las fábricas de azúcar). (3) Se refiere al cultivo del chopo para madera. (4) Representa la cantidad de caballos equivalentes necesarios para las labores con tractor, cultivador o cosechadora. (5) Potencia instalada en caballos equivalentes. (6) Descontando, salvo para 1997, el estiércol del ovino y caprino por las dificultades de su acopio al no estar estabulado. (7) El cálculo de necesidades se ha realizado mediante un balance de nutrientes (extracciones de cultivos - aportes) para unificar los cálculos, y evitar las oscilaciones y redondeos de las fuentes históricas. (8) El estiércol ya no se utiliza para abonar, de modo que el déficit real es igual a las necesidades; sin embargo, se considerará esta cantidad para el cálculo de la huella oculta.

**Figura 1.** Evolución de los usos del suelo en Santa Fe entre 1752 y 1997

hecho, el número de cabezas por hectárea era realmente bajo en comparación con el norte de la Península y con otros países europeos (Wrigley 1993: 55 y 56). El tipo de plantas que se cultivaba requería mucha mano de obra

y comparativamente poca tracción, pese a lo cual la cabaña disponible cubría a duras penas las necesidades en los meses de septiembre, octubre y noviembre, cuando tenían lugar las labores de cosecha, alzado y siembra. Po-

dría haberse traído ganado de fuera, pero en esta época de fuertes restricciones físicas en las comunicaciones operaba una especie de ley de hierro del transporte: no convenía invertir más energía en el acarreo de un producto que el contenido energético del mismo (Sieferle 2001). En esas circunstancias, un aumento de la cabaña de labor hubiera obligado a dedicar más tierra a la producción de piensos y forrajes, reduciendo el área destinada a la producción de alimentos humanos y materias primas, habida cuenta de la ineficiencia en la conversión de biomasa vegetal que caracteriza a la ganadería. La tabla 1 muestra el precario equilibrio alcanzado entre las necesidades alimenticias del ganado y la producción de pajas y, sobre todo, de granos, base de su alimentación. El mantenimiento del ganado de labor obligaba a dedicar el grueso de las tierras de secano a cebada e incluso a sembrarla en las tierras irrigadas y a incluir en las rotaciones plantas forrajeras o cereales-pienso como las habas, el mijo o el maíz. La superficie dedicada a producir trigo panificable o plantas industriales de más fácil y remuneradora salida en el mercado estaba restringida.

El coste territorial de un agroecosistema desequilibrado.

Superadas las crisis epidémicas y la depresión de los precios del primer tercio del XIX, comenzó una nueva expansión de la actividad agrícola que trastocaría definitivamente el precario equilibrio logrado. Estimuladas por las reformas institucionales del Liberalismo, las tierras cultivadas experimentaron una importante expansión. Las necesidades alimentarias de una población en crecimiento y los requerimientos de un mercado en el que la ciudad de Granada comenzaba a desempeñar un papel cada vez más importante se tradujeron en una demanda creciente de trigo, vid, aceite y, en mucha menor medida, de legumbres y hortalizas. Los Apeos de Marjales que se confeccionaron hasta los años 40 del XIX reflejan esa gran diversidad de cultivos.

El agroecosistema se especializó aún más intensamente en la producción de cereales. En 1856, las tierras cultivadas habían crecido un 10% (2.982 ha, 77,3% de la superficie total) a costa de las tierras incultas, entre ellas las ganadas al río Genil y las provenientes de la desecación de parte de las tierras pantanosas. También fue roturada buena parte de la dehesa. La dedicación de la nueva cultura fue hacia la producción de cebada en secano y de trigo en regadío. Las alamedas comenzaron a ocupar explotaciones agrarias con fines madereros³.

Pero la transformación más importante consistió en

3 El Amillaramiento de 1856 recogía ya la existencia de 360 marjales (19 ha) expresamente dedicados a la producción maderera, entre otras cosas porque esta era el aprovechamiento más fácil y rentable en tierras sometidas a inundaciones frecuentes.

la conversión de las tierras regadas eventualmente en tierras de riego constante. La producción de hortalizas, aún marginal, experimentó un auge significativo⁴, vinculado al consumo local y al mercado granadino. Los barbechos sembrados dejaron de hacerse con algunas de las leguminosas tradicionales para centrarse preferentemente en el maíz, los garbanzos y los melones. El olivar y la viña dejaron de cultivarse de manera asociada para ocupar en régimen de monocultivo sus respectivas superficies, señal inequívoca de su intensificación. Ello ocurrió a partir de los años treinta del siglo XIX. En 1840 el olivar ocupaba ya 130 ha; 152 en 1856 y 203 en 1888, destinándose ya una tercera parte del aceite a la exportación. El cultivo de la vid tenía como misión proveer la demanda interna y vender los sobrantes fuera del pueblo. La superficie destinada a viñedo se mantuvo invariable desde 1840 en torno a las 200 ha hasta finales de siglo. Pero el cultivo que mayor expansión tuvo en las décadas centrales del siglo XIX fue el de la patata. Entre 1851 y 1867 la producción se multiplicó por cuatro, impulsada por el incremento de la población granadina y de los pueblos de alrededor. Su precio experimentó una subida del 66%, muy superior a la de otros cultivos, incluido el trigo (40%) y la cebada (15%). Fácilmente adaptable a las rotaciones tradicionales, pudo así sustituir a las plantas industriales, lino y cáñamo, cuya rentabilidad comenzaba a declinar⁵.

Como era de prever, la demanda de mano de obra creció de manera significativa y, con ella, la población. En tan sólo quince años se pasó de los 3.135 habitantes de 1836, recién acabada una de las frecuentes epidemias de cólera (1834), a 4.710 en 1851. La población se duplicó prácticamente en el siglo transcurrido entre 1752 y 1856 gracias sobre todo a la inmigración. Algo más creció el volumen físico de la producción, que lo hizo en 122%, razón por la que no hubo aumentos significativos de la productividad del trabajo.

Se generalizó una nueva rotación sobre la base de la alternancia de seis cultivos anuales: habas, cáñamo, trigo, trigo, lino y trigo. Según las fuentes históricas de que disponemos, el estercolado por hectárea aumentó con respecto a 1752, situándose entre 57.000 y 68.400 kg cada seis años (entre 9.500 y 11.400 kg/ha/año). Además, el número de hectáreas abonadas pasó de 288 a 1.204. Un cálculo de las necesidades totales de fertilizante para la producción intensiva sitúa las necesidades

4 "Libro de asiento del perito de campo. 1868-1875" A.M.S. Caja 384, doc. 41. En él se recogían las tasaciones de mejoras que el mencionado perito de campo, nombrado por el Ayuntamiento, hacía de las tierras que iban a pasar de un arrendatario a otro.

5 Las respuestas dadas por la *Comisión local para el estudio de las cuestiones que interesan a la mejora de las clases obreras* al interrogatorio propuesto por Real Decreto de 5 de diciembre de 1883, confirman la dedicación mayoritaria de los regadíos al cultivo de cereales y patata (A.M. Santa Fe. Caja 384, doc. 49).

Tabla 2. Requerimientos territoriales de la producción agraria en Santa Fe, 1754-1997

Superficie destinada a	1754	1856	1904	1997
Alimentación humana (ha)	764	1.391	1.518	2.287
Cultivos industriales (ha)	223	384	353	300
Alimentación animal (ha)	2.076	1.354	1.258	332
Aprovechamiento forestal (ha)	3	19	53	650 ¹
Superficie agraria útil (ha) ²	3.066	3.148	3.182	3.569
Sup. supletoria para atender a las necesidades de fertilización (ha) ³	0	1.230	3.316	11.367
Superficie total requerida (ha)	3.066	4.378	6.498	14.936
S. total requerida/SAU	1	1,4	2,0	4,2
Mano de obra total requerida (uta's)	548	892	1.286	453
Población activa agraria	550	1.216	1.675	600

Fuente: Elaboración propia.

(1) Incluye 210 ha de pinar, producto de la repoblación de la antigua dehesa. (2) La superficie total del municipio es de 3.860 ha. (3) Hemos calculado los mulos necesarios para cubrir el déficit de fertilización del agroecosistema en cada corte. A continuación hemos calculado las necesidades alimentarias de tales mulos, descontando posteriormente el grano-pienseo sobrante, si lo hubiere, de la cosecha santafesina, tras alimentar a su cabaña real en cada año. El resultado de esta resta lo hemos traducido a hectáreas. Para ello, los rendimientos de la cebada y de las habas se han considerado en régimen de año y vez; luego se ha dividido el rendimiento anual por dos para contemplar el barbecho. El maíz no se ha considerado por ser segunda cosecha y quedar incluida la superficie necesaria en la suma de las otras dos superficies (habas y cebada).

entre 11.438 y 13.725 t anuales⁶. Sin embargo, la cabaña ganadera no podía atender semejante demanda de estiércol (vid, Tabla 1). La expansión de las tierras cultivadas había roto el frágil equilibrio alcanzado a mediados del XVIII.

El aumento de los regadíos constantes y el crecimiento de la superficie cultivada permitieron paliar la pérdida de los pastizales e incluso aumentar la producción de granos y pajas para el ganado (especialmente maíz, mijo y habas). Con todo, el tamaño y composición de la cabaña sufrieron cambios significativos para adaptarse a las nuevas circunstancias. Más tierras de cultivo y mejor irrigadas multiplicaron las necesidades de tracción y transporte, obligando a aumentar el número de cabezas de labor en un 50% aproximadamente. Ello a costa de la ganadería de subsistencia y de renta, cuyo número disminuyó en coherencia con la pérdida de pastos en la dehesa y en los prados inundables. El vacuno, que había constituido la forma de tiro más común, se estancó en beneficio de los equinos. La preferencia era coherente con la orientación cerealista que estaba tomando el agroecosistema. Buena parte del grano de los cereales y de las leguminosas, pero sobre todo la paja, se convirtieron en el alimento principal del ganado equino. El crecimiento de este tipo de ganado era, pues, congruente con el proceso de *agricolización* descrito.

La competencia entre la producción de alimentos para el hombre y para el ganado siguió, pese a todo, limitando el tamaño de la cabaña de labor y la capacidad de fertilización. La cabaña de labor pudo ade-

cuarse a las necesidades de tracción, pero no a las de fertilización, generando un fuerte déficit de estiércol que hubo que traer de los pueblos de alrededor donde no existía riego o éste era escaso. La progresión de las tierras de cultivo y la rotura del equilibrio agrosilvopastoril que había caracterizado la producción agraria a mediados del siglo XVIII y que se manifestó en el predominio casi completo del paisaje agrícola sólo puede explicarse por la importación de gran cantidad de nutrientes de agroecosistemas próximos, trasladando a ellos la huella territorial (vid, Tablas 1 y 2) en este caso oculta, de su metabolismo agrario, bien mediante el mantenimiento de abundantes tierras de pasto o mediante la dedicación preferente de grandes extensiones de terreno a la producción de cebada y paja, tal y como ocurrió, por ejemplo en las poblaciones vecinas (Calderón Espinosa 2002).

Los desequilibrios de una "economía orgánica avanzada"

La crisis finisecular facilitó la introducción de la remolacha durante los años ochenta del siglo XIX. Aún con altibajos, sería el cultivo predominante durante los cuarenta años siguientes. Dentro de una nueva rotación que incluía el trigo y, en algunos casos la patata, su cultivo se extendió hasta ocupar nada menos que el 86% de la superficie regada dando lugar a una especialización productiva desconocida hasta entonces. Los cultivos de autoconsumo tradicionales sufrieron un retroceso considerable y prácticamente definitivo. En consecuencia, los habitantes de Santa Fe hubieron de importar, cada vez con mayor frecuencia, alimentos y piensos con los que alimentarse a sí mismos y a sus ganados.

Aparentemente, la producción de *frangollo* (mezcla de cebada, maíz y habas que constituía la base de la alimen-

6 Las necesidades de fertilizante computadas en base a los documentos de la época están ligeramente por encima de las calculadas según el balance de nutrientes (tabla 3), pero esto no afecta en ningún caso las conclusiones de este trabajo.

tación animal) se había casi duplicado en relación 1856. Pero las responsables de tan grueso aumento eran únicamente las habas, cuyo volumen se había triplicado desde mediados de siglo. En cambio, la producción de maíz había sufrido un ligero retroceso, debido al acortamiento de las rotaciones y el ciclo veraniego de la remolacha que impedía las segundas cosechas. Por su parte, la caída del precio de la cebada hizo que su cultivo sufriese un importante retroceso, reduciéndose prácticamente a la mitad. Como es sabido, las habas no pueden servir como alimento principal del ganado, máxime si de equinos se trata, muy dependientes de la cebada. Sólo el ganado de labor tenía unas necesidades estimadas en más de 100 t, bastante superior a la producción. La nueva rotación dominante (habas, remolacha, trigo o patatas) tenía la ventaja de aumentar la disponibilidad de forraje para los animales, puesto que podían comerse los restos de la remolacha. Pero con tales residuos se alimentaba, sólo en parte, a los bueyes. Por tanto, la capacidad del agroecosistema para alimentar al ganado había disminuido con la intensificación agrícola del mismo.

Tanto por el nuevo manejo de las sucesiones, que significaba el paso a una rotación de tres o cuatro años, como por las características agronómicas del cultivo, la remolacha significó un aumento de las necesidades de nutrientes. La rotación a tres años (habas--remolacha--trigo o patata) acertaba a la mitad la anterior y, además, aumentaba la dosis de estiércol empleado. La aplicación media anual se debía colocar entre 39 y 46.800 kg por hectárea (entre 13 y 15.600 kg/ha./año)⁷. La rotación a cuatro años significaba una aplicación media de 12.750 kg/ha/año. Para cubrir esas necesidades sólo con estiércol hubiera hecho falta duplicar las aportaciones, provocando un aumento de los costes imposible de asumir. De hecho este coste suponía ya el 24% del total; si se duplicaba la dosis, el coste también se duplicaría, llegando hasta la mitad de los gastos de cultivo y reduciendo el beneficio del 21 al 1,7%⁸. El balance entre la cabaña ganadera y las necesidades de fertilizantes para mantener la rotación y entre la cabaña y la producción forrajera demuestran la imposibilidad material de dicha duplicación.

En definitiva, la intensificación que sufrió el agroecosistema, especializándose en un cultivo tan comercial como la remolacha, acrecentó el déficit de nutrientes. Entre 1750 y 1885, el trigo multiplicó por 2,5 su precio, en tanto el carro de estiércol se multiplicó por cinco y su transporte por dos. En esas condiciones la sustitución por abono químico comenzaba a ser económicamente aconsejable. De hecho, la

expansión de la remolacha fue posible gracias a este insumo no orgánico que venía de fuera del agroecosistema y que, por tanto, permitía "reducir los costes" territoriales de la nueva rotación. De entrada su introducción fue acompañada de una nueva intensificación del uso agrícola del suelo. El regadío constante aumentó un 10% su dotación superficial a costa del riego eventual, lo que llegó a generar una carencia muy importante de mano de obra. De esa manera, la producción intensiva significaba ya más de un tercio del territorio total del municipio.

Un incremento tan notable de la producción y de los rendimientos no hubiera sido posible sin el concurso de los fertilizantes químicos, cuyos principios activos provenían de fuera de Granada e incluso de fuera del país (Argelia y Estados Unidos, según la Junta Consultiva Agronómica de 1921). La profundización de los desequilibrios de la economía orgánica avanzada, aún dependiente de las disponibilidades de tierra, convirtieron en acuciante la búsqueda de sustitutivos del suelo o de sus productos. La expansión de las plantas industriales y del trigo provocó la *importación de suelo* en forma de estiércol y cebada en un primer momento y, más tarde, de nutrientes y combustibles fósiles de ecosistemas bastante lejanos. El agroecosistema santafesino era ya incapaz de mantener la intensidad de la producción de biomasa sin el concurso de aportes externos. El predominio de un paisaje fuertemente "agricolizado", con la presencia de las fábricas azucareras, símbolos de la temprana integración agroindustrial del agroecosistema, marcaron el aspecto característico de la Vega granadina durante décadas.

Una producción agraria parcialmente desacoplada de su territorio.

Fue a lo largo de la década de los cincuenta, pero sobre todo de los sesenta del siglo XX, cuando se iniciaron las transformaciones que cambiaron completamente la estructura y la dinámica del agroecosistema y acabaron industrializando su agricultura. La emigración a los centros industriales de Europa y España, junto con la inserción de la agricultura española en el mercado internacional, sobre todo europeo, crearon las condiciones precisas para la especialización productiva, para la importación y difusión masiva de las tecnologías de la "revolución verde".

Las tierras cultivadas crecieron un 8,7% entre 1904 y 1997. Pero la transformación más significativa fue la consolidación hídrica que hizo desaparecer las tierras calificadas de riego eventual y que elevó en un 60% las de riego constante. Los problemas de escasez durante el verano fueron paliados con las aguas procedentes del pantano de los Bermejales, construido para dicho fin, y de los pozos abiertos por los particulares y por las comunidades de regantes. La expansión del secano, que no había cesado desde el siglo XVIII, alentada por el crecimiento de la

7 Vid escritura de arrendamiento otorgada por la duquesa de Abrantes a Juan Miguel Tabasco Romero. Archivo de Protocolos Notariales. Escribanía de Francisco Cerezo. 1894. Tomo único, pp. 962 y ss.

8 Cálculos realizados a partir de los datos contenidos en la Cartilla Evaluatoria de 1887. A.M. Santa Fe, Caja 297, doc. 23.

población y por la demanda originada en la cabaña ganadera local y el mercado nacional de cereales, se detuvo definitivamente, disminuyendo su superficie a un 63% de la de 1904. Una parte de esa superficie fue reconvertida en riego, la situada en la cota más baja, y el resto, libre ya de cualquier servidumbre pecuaria o alimentaria, fue repoblada con pinos. La mecanización de muchas tareas agrícolas y el fin de las restricciones en el empleo de fertilizantes químicos, permitieron dedicar la parte restante del secano a usos alternativos. La dependencia que mantenía la agricultura santafesina respecto a su propio territorio y que era característica de una agricultura de base energética orgánica, quedó definitivamente rota.

La mecanización y la difusión masiva de los fertilizantes químicos hicieron posible, pues, la segregación de usos del territorio y el predominio casi absoluto del uso agrícola sobre los demás. La estructura productiva dio un giro fundamental, centrándose en los cultivos comerciales que podían sembrarse en régimen de regadío. Cereales, tabaco, frutales y entre las hortalizas el ajo y la cebolla, constituyeron los cultivos protagonistas del proceso de industrialización de la agricultura santafesina. Desaparecieron cultivos de autoconsumo como la vid, o cambiaron absolutamente de orientación comercial, como ha ocurrido con el olivar en las últimas décadas. Tampoco hubo lugar para las leguminosas, que a la altura de 1997 habían dejado de cultivarse en combinación con los cereales, expresión fehaciente del abandono de la práctica tradicional de la rotación. Cada vez hubo menos animales de labor que mantener y el ganado de renta estabulado consumía piensos compuestos provenientes parcialmente del exterior del agroecosistema. La disminución de la cabaña ganadera, sobre todo de labor, favoreció a su vez el abandono del estiércol y la aplicación exclusiva de fertilizantes químicos, fenómeno este decisivo en la dinámica del agroecosistema.

Desde un punto de vista estrictamente ecológico, la mercantilización total del proceso productivo significó la desestructuración de los ciclos locales de energía y nutrientes. Dejó de ser práctica habitual la reutilización de residuos y subproductos (desde los rastrojos a las leñas de chopos, pasando por supuesto por el estiércol). La agricultura santafesina se integró en un ciclo de nutrientes considerablemente más amplio, nutriéndose no sólo de flujos de energía y materiales sino también de stocks no renovables. La dependencia de las explotaciones respecto del agroecosistema quedó circunscrita al agua y a la dotación de terreno, que cada vez tenía menos significación en el conjunto de la actividad agrícola.

Pero con el tiempo, el paisaje acabaría reflejando las dificultades de este modelo de agricultura industrializada. Como en otras zonas del país, los agricultores de Santa Fe tuvieron que enfrentarse a la pérdida progresiva de rentabilidad como consecuencia del aumento sostenido de los consumos intermedios y del descenso progresivo de los precios percibidos. La pérdida de renta fue una constante

que se agudizó en las últimas décadas, sólo atenuada por las cuantiosas subvenciones de la PAC. Ello se ha traducido en dos cambios paisajísticos de importancia: el lento pero constante aumento de la superficie urbanizada y la dedicación de una porción considerable de las mejores tierras al cultivo del chopo⁹. La construcción de viviendas y locales comerciales en terrenos llanos del área metropolitana granadina y la demanda de suelo industrial y de servicios, han ofrecido rendimientos a corto plazo mucho más sustanciosos que la actividad agrícola. El desprestigio de ésta, el envejecimiento de los agricultores, su implicación en otros oficios, han convertido la venta de terrenos para urbanizar en una especie de "indemnización" por cese de actividad. La presión urbanística ha terminado, además, encareciendo el precio de las tierras de cultivo ante la expectativa de plusvalías y entorpeciendo sobre manera la incorporación de nuevos agricultores.

Biodiversidad y territorio

Visto en perspectiva, la evolución del agroecosistema se puede caracterizar por una expansión constante del uso agrícola del territorio, contrarrestado en los últimos tiempos por la expansión urbanística y del cultivo del chopo. La tendencia dentro de las tierras labradas ha sido, además, a la simplificación estructural del agroecosistema, mediante la expansión del riego constante y la introducción de nuevas tecnologías (plaguicidas y variedades más homogéneas), cuyos efectos perniciosos sobre la biodiversidad son bien conocidos. Los motores de esta evolución han sido la orientación mercantil de la producción, que fue imponiendo con el tiempo cultivos y variedades acordes con los requerimientos del mercado, y el incremento de la población.

Efectivamente, la progresiva ampliación de las tierras cultivadas y el impacto de su estilo de manejo ha sido el vector principal de la disminución tan espectacular que sufrió la flora silvestre. Basta repasar la tabla 3 para percatarse del avance de los espacios cultivados, ya sean

9 El cultivo del chopo ocupa actualmente el segundo lugar, tras el olivar, en la superficie agraria útil, llegando a representar el 17% de las tierras de regadío (440 ha). Su progresión ha sido lenta pero constante. A comienzos del siglo XX, sólo una cincuentena de hectáreas estaba poblada de álamos. En los años treinta eran ya 220 y en los primeros ochenta había alcanzado las 400. Las tierras que ocupa se encuentran inmovilizadas durante los 10 años que dura hoy su cultivo y apenas requieren cuidados y labores. El capital de explotación que requiere es mínimo y la rentabilidad muy alta, debido a que las labores son fácilmente mecanizables y en general requiere muy poca mano de obra. Resulta, pues, un cultivo ideal para una agricultura con escasa alternativas y unos agricultores dedicados sólo parcialmente a la actividad agrícola. Pero su extensión se debe también a factores agronómicos. El sombreado que produce sobre las parcelas adyacentes llega a reducir de forma importante el rendimiento de los cultivos anuales. Al cabo, los vecinos se ven empujados a cultivar también chopos.

estos agrícolas o forestales, de tal manera que hoy apenas existen zonas con vegetación silvestre. Las tierras de cultivo venían expandiéndose prácticamente desde la fundación de Santa Fe y el reparto de sus tierras, pero fue a partir de la segunda mitad del siglo XVIII cuando la ocupación agrícola del territorio sufrió una significativa aceleración. De esta manera, parte de la dehesa boyal fue roturada y se desecaron humedales y los márgenes de los cauces fluviales. Pese a que la labor de desecación no había cesado desde finales del siglo XV, las partes bajas del término municipal, eran aún pantanosas o permanecían sometidas a periódicas inundaciones (cada dos o tres años) por las crecidas del Genil. Estas tierras y las de la mencionada dehesa proporcionaron el grueso de las tierras roturadas¹⁰ durante el siglo XIX. Fue sin duda la vegetación riparia la que más sufrió hasta casi desaparecer en la actualidad.

En el estudio de Salazar (1995) se han catalogado hasta 191 especies que debieron formar parte de las co-

Tabla 4. Índice de Shannon-Wiener para Santa Fe en las distintas fechas

1752	1856	1904	1997
1,47	1,47	1,43	1,07

munidades ripícolas de la zona, incluidas las especies nitrófilas provenientes de los cultivos cercanos. Su interés para el agroecosistema resulta evidente: "su valor ecológico, al comportarse como islas biogeográficas que acogen a especies vegetales escasas y raras que necesitan un alto grado de humedad, así como ofrecer un soporte físico y alimenticio a numerosas especies de animales que también buscan refugio en estas zonas privilegiadas dentro de nuestro entorno generalmente seco. Paisajísticamente, es indudable el valor de los bosques galería (choperas y saucedas) así como las olmedas y fresnedas. Por último, socioeconómicamente, la vegetación de ribera supone un freno a los procesos erosivos, manteniendo el suelo con sus raíces, y amortiguando los efectos de las avenidas e inundaciones". A lo que debería añadirse que los cauces del Genil y del Salado, las acequias y los terrenos pantanosos, donde habitaba este tipo de vegetación, debían constituir un magnífico abrigo para los enemigos naturales de las plagas.

Por tanto, fue durante el siglo XIX cuando debieron desaparecer las comunidades más extensas, sobre todo las situadas en la zona noroeste, en los márgenes del río Genil y del arroyo Salado, o en los prados inunda-

bles junto al Soto de Roma, desecados y convertidos en huertas. Abundantes son las noticias que hablan de este proceso y de las frecuentes inundaciones que tales tierras sufrían, así como el esfuerzo de ordenación del cauce del Genil que, mediante hileras de chopos, desarrolló el ayuntamiento de Santa Fe. La vegetación riparia quedó reducida entonces a cauces y acequias, una vez desecados los terrenos pantanosos. Pero el golpe de gracia tuvo lugar en el siglo XX, primero con los trabajos de fortificación de los márgenes del río, posteriormente con su encauzamiento definitivo y, finalmente, con la desecación del cauce como consecuencia de la construcción de los pantanos de Quéntar y Canales. El mapa actual de vegetación (1:50.000) describe el Genil, a su paso por Santa Fe, privado de vegetación riparia, por más que sus orillas se pueblen de densas plantaciones de chopos negros cultivados (híbridos de *Populus nigra*, *Populus deltoides* y *Populus x canadiensis*).

Las dificultades de generar índices que nos cuantifiquen el impacto que sobre la biodiversidad han tenido todos estos cambios que han afectado tanto a los recursos fito y zoogenéticos, a las especies vegetales silvestres y a la fauna, así como a los ecosistemas a los que estaban asociados, son inmensas. Normalmente, los índices de biodiversidad utilizados tanto a nivel de una comunidad, como entre comunidades, están basados en la cuantificación del número de especies presentes o en la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie medida como biomasa, cobertura, etc., lo cual requiere un trabajo de campo directo de identificación a nivel de especie, que en nuestro caso es claramente imposible. No obstante, dada la importancia que hoy se atribuye a la biodiversidad en relación a la estabilidad de los ecosistemas y, por ende, de los agroecosistemas hemos optado por explorar la diversidad a nivel de comunidades, considerando que una comunidad representa un conjunto de especies interrelacionadas que coexisten en un espacio y un tiempo determinados. Por tanto, la diversidad al nivel de comunidades puede analizarse, al igual que la diversidad de especies, como la riqueza (número de comunidades distintas presentes en un paisaje) o la estructura (proporción de cada comunidad dentro de un paisaje) (Moreno 2001). Nótese que en nuestro caso esto supone aceptar que no han existido cambios al interior de cada comunidad presente en Santa Fe a través del tiempo, cuando sabemos claramente que esto no ha sido así y que todas las comunidades presentes se han empobrecido tanto por el uso de agroquímicos en el caso de los espacios cultivados; como por la transformación de los espacios menos artificializados en otros de menor biodiversidad, tal como la dehesa en pinar. Por ello, la aceptación de que las comunidades presentes son similares beneficia sobre todo a 1997, aún así hemos optado por esta aproximación por parecernos la única posible. En definitiva, hemos utilizado el índice de Shannon-Wiener para analizar la di-

10 Así se expresaba al respecto Pascual Madoz en su *Diccionario Geográfico Estadístico* (voz. "Santa Fe"): "El terreno es casi todo llano excepto por la parte sur que se muestra algún tanto montuoso..., por este lado se cría algún monte bajo en que sobresale el tomillo, romero, taraje y retama, que se aprovechan para los hornos y caleras; cuyos arborescitos disminuyen de día en día por las roturaciones que se hacen para reducir a cultivo los terrenos que los producen...").

Tabla 5. Datos relevantes del metabolismo agrario de Santa Fe, 1752-1997

Datos	1752	1856	1904	1997
Población [nº de habitantes]	2.384	4.866	7.228	12.387
Explotaciones [nº]	314	439	633	(*) 405
Población Activa Agraria [nº]	550	1.216	1.675	600
Densidad de Población [hab/km ²]	61,7	126,0	187,2	338,2
Tamaño medio de las explotaciones [ha cultiv]	8,6	6,8	4,9	8,8
Superficie disponible por habitante (ha)	1,28	0,64	0,53	0,29
Superficie cultivada disponible por habitante (ha)	1,13	0,61	0,43	0,27
Productividad en pts de 1904				
Producción Final Agraria (PFA)	700.018	817.578	1.667.166	5.771.681
PFA/Ocupado	1.276	917	1.296	12.749
PFA/ha	228	260	524	1.617
PFA/habitante	294	168	231	466
Flujos de energía				
Extracciones Domésticas [GJ/hab]	30,3	14,9	20,0	25,0
Importaciones [GJ/hab]	0,9	1,2	1,2	10,2
Flujo ocultos importados [GJ/hab]	0,08	0,5	0,2	1,41
Input Directo [GJ/hab]	31,3	16,1	21,2	35,2
Exportaciones [GJ/hab]	2,6	1,6	7,1	10,3
Consumo Doméstico [GJ/hab]	28,7	14,5	14,1	24,9
Importaciones sobre I D [%]	3,0	7,4	5,5	29,0
Exportaciones sobre I D [%]	8,3	9,6	33,3	29,4
Extracciones Domésticas [GJ/ha]	18,7	18,8	37,5	80,1
Importaciones [GJ/ha]	0,6	1,5	2,2	32,8
Flujo ocultos importados [GJ/ha]	0,05	0,6	0,4	4,5
Input Directo [GJ/ha]	19,3	20,3	39,7	112,9
Exportaciones [GJ/ha]	1,6	2,0	13,3	33,1
Consumo Doméstico [GJ/ha]	17,7	18,3	26,4	79,8

Fuente: Elaboración propia. (*) Censo Agrario de 1999

versidad de comunidades en el municipio de Santa Fe a través del tiempo. Este índice se calcula a través de la fórmula siguiente:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

donde p_i es la proporción relativa (área) de cada comunidad dentro del paisaje (Moreno 2001). Los resultados de su aplicación pueden verse en la tabla 4, mientras que la tabla 3 recoge los datos base tomados en cuenta en el cálculo.

La diversidad a nivel de comunidades se mantiene estable hasta la segunda mitad del siglo XX, en que la eliminación de dos espacios: el riego eventual y el área encharcable con bosque de galería, supone una reducción importante de la heterogeneidad del paisaje. Estas dos comunidades desde el punto de vista de la riqueza de especies eran, sin duda, de gran interés. La segunda, por suponer un espacio singular en las zonas de clima mediterráneo, acogedor de numerosas especies de flora y fauna, en este último caso, tanto estables como migratorias. En cuanto el riego eventual, es posible que también fuera un espacio clave para muchas especies al ser un área de transición entre dos comunidades claramente diferenciadas como eran el regadío constante y el seco que se cultivaba al tercio.

Aunque no de forma cuantitativa, sí podemos cualitativamente aproximarnos a valorar la pérdida de biodiversidad ocasionada por los cambios de manejo. La figura 2 recoge esquemáticamente la intensidad con que se llevaron a cabo estrategias agrarias, que tenían un impacto favorable sobre la biodiversidad según Gliessman (1997), mostrando la profundización del proceso simplificador. Mientras en 1752 todas las estrategias estaban presentes, incluidos los policultivos con la asociación olivar-vid, en 1997 las escasas fuentes de diversidad presentes se hallaban muy debilitadas, concretadas en la presencia de 210 ha de pinar; la subsistencia de algunas explotaciones ganaderas con razas tradicionales (cabra granadino-murciana estabulada) y la realización de rotaciones cortas regidas más por criterios económicos que agronómicos.

Conclusiones

Durante los siglos XVIII y buena parte del XIX, la dependencia territorial del metabolismo agrario de base energética solar obligó a mantener equilibrios territoriales muy estrictos, primero a escala local (1752) y posteriormente a escala comarcal (1856). Una considerable cantidad de tierra tuvo que permanecer "inculta" o dedi-

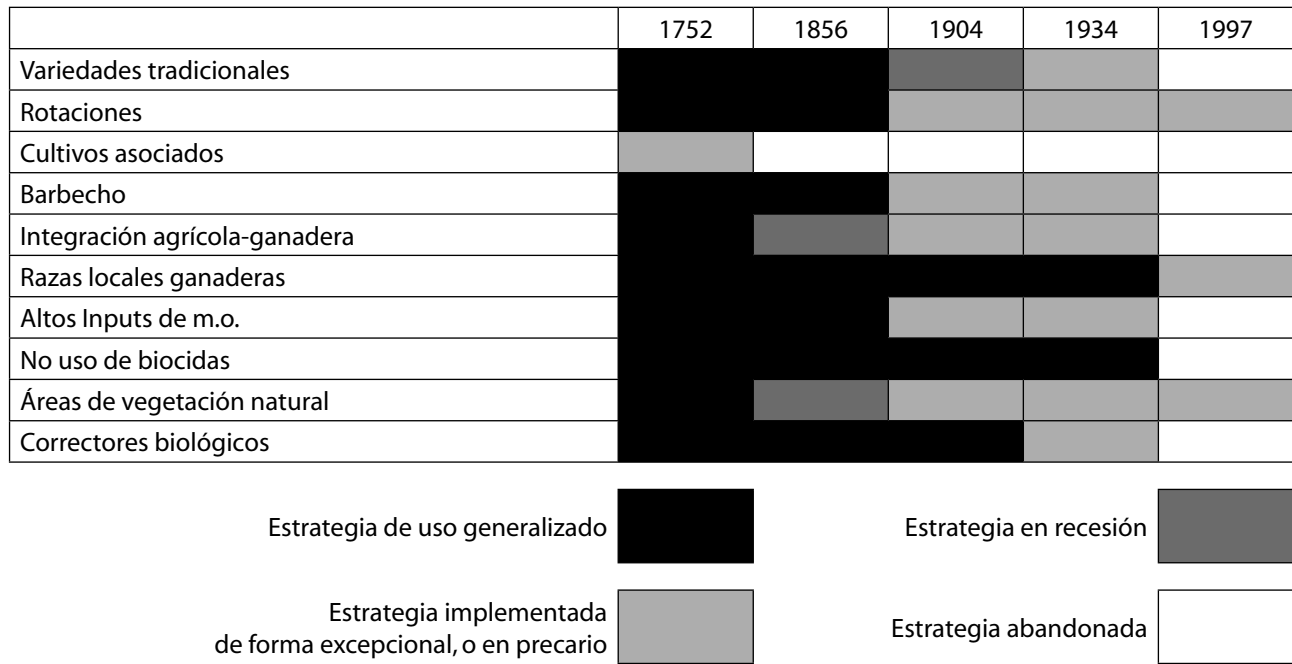


Figura 2. Estrategias de manejo agrario que contribuyen a fortalecer la biodiversidad presentes en los distintos momentos históricos analizados

cada a la producción de alimentos para el ganado. En ese tiempo el sistema mantuvo una amplia heterogeneidad espacial y una gran diversidad biológica. Sin embargo, los deseos tanto de los pequeños como de los grandes agricultores por producir más¹¹ orientaron el cultivo hacia aquellas plantas que más valor de mercado tenían y hacia el aumento de los rendimientos por unidad de superficie. Esa orientación productiva requirió de un espacio agrícola cada vez mayor, de rotaciones más cortas, de menos variedades y tipos de cultivo y, por supuesto, de más agua. El esfuerzo productivo desequilibró, sobre todo con la aparición de la remolacha, el balance energético y de nutrientes de agroecosistema, obligando a importar de fuera fertilizantes y mano de obra. El crecimiento del flujo energético importado muestra esta correlación directa (vid, Tabla 5)

El proceso no hizo sino intensificarse durante el siglo XX, configurando un metabolismo agrario de carácter típicamente industrial, fuertemente dependiente del exterior para su funcionamiento y reproducción. La expansión de la agricultura y de los cultivos de mayor valor comercial ha abocado a un aumento de las relaciones de intercambio físico, a través del mercado y la importación de cantidades crecientes de materia y energía. En concreto, las importaciones de energía por hectárea se multiplicaron por 55 respecto a 1752 (vid, Tabla 5). Todo ello ha ido configurando paisajes cada vez más homogéneos y con menor diversidad biológica. Funciones

básicas que en otro tiempo ejercía el territorio (producción de combustibles, de alimentos para el ganado, de alimentos básicos para la dieta de los santafesinos, etc.), a las que se dedicaba una porción bastante amplia del mismo fueron desapareciendo, dando lugar a un paisaje esencial y casi exclusivamente agrícola, salpicado de construcciones y superficies de uso urbano-industrial.

El incremento de la producción, especialización y aumento continuado de la productividad de la agricultura santafesina ha traído como consecuencia un aumento del territorio apropiado por el metabolismo agrario (vid, Tablas 2 y 5) mediante una disminución de la huella territorial *per capita* de dicho metabolismo; pero, también mediante el aumento correlativo de la huella oculta. La producción (“Extracción Doméstica” por hectárea en la Tabla 5) en términos energéticos se multiplicó por 4,3, en tanto que el territorio real apropiado solamente para proporcionar los nutrientes se ha multiplicado también por 4,2 (tabla 2). El incremento de la producción física del agroecosistema de Santa Fe se ha hecho, pues, en la misma cuantía en que se ha “importado territorio” de fuera, simplificando el paisaje y la biodiversidad.

Es en este contexto histórico en el que la AE certificada se está desarrollando en las dos últimas décadas en España, heredando en cierto grado el fuerte “desacoplamiento” de sus correspondientes agroecosistemas que sufre la agricultura industrializada. De hecho, queda un largo camino por recorrer para poder internalizar los ciclos de materiales (nutrientes) y energía a escala local, lo cual resta eficacia a su contribución a la sustentabilidad, aunque ésta sea mayor a la de otros estilos productivos. En definitiva, la AE debe hacer frente a exigencias territoriales mucho más extensas para

11 Pretensión comprensible en un mundo crecientemente mercantilizado, donde los pequeños agricultores debían recurrir al mercado para alcanzar la subsistencia, y los grandes estaban impregnados de la mentalidad del lucro capitalista.

Tabla 3. Proporción relativa de cada comunidad dentro del paisaje

Comunidades	1752		1856		1904		1997	
	Ha	Tanto por uno	Ha	Tanto por uno	Ha	Tanto por uno	Ha	Tanto por uno
Riego constante	288	0,076	1.204	0,318	1.333	0,352	2.134	0,598
Riego eventual	1.281	0,340	534	0,141	464	0,123	0	0,000
Secano	1.128	0,300	1.225	0,323	1.239	0,328	785	0,220
Alamedas	3	0,001	19	0,005	53	0,014	440	0,123
Dehesa/pastos	366	0,097	166	0,044	93	0,025	210	0,059
Pastizal húmedo y arboleda de galería	700	0,186	640	0,169	600	0,159	0	0,000

ser más sustentable, disminuyendo su impacto medioambiental y los gastos de fuera del sector. Estos costes territoriales provienen no sólo de los requerimientos directos derivados del cierre de los ciclos y la utilización de recursos locales (de energía y materiales)¹², que constituyen las “partes” que faltan de un agroecosistema balanceado, sino también del coste territorial de mantener un nivel óptimo de biodiversidad, dando coherencia al “todo” y dedicando por ejemplo parte del territorio a usos diversos y alternativos a la actividad agrícola. Obviamente, estas exigencias territoriales significan costes económicos, sociales e institucionales que pueden suponer un obstáculo a la expansión de la AE. No es posible una vuelta a 1752 e incluso a 1904. La pregunta, por tanto, es: ¿puede reducir la AE estos costes territoriales para avanzar en la sustentabilidad? ¿En qué medida y por qué vía podrá hacerlo en las condiciones tecnológicas actuales? Los agroecólogos deben ser conscientes de ello y buscar formas de afrontar su reducción sin perjudicar la sustentabilidad de los ecosistemas en su conjunto. Este es el desafío.

Desde este punto de vista, el incremento en superficie de la AE en España, debe ser capaz de emprender una evolución paralela de compostaje y reutilización local de residuos agrarios, forestales, agroindustriales y urbanos, que permita disminuir las salidas de nutrientes de los agroecosistemas, en un contexto de creciente competencia con el uso energético de los mismos por la demanda de la industria, abocada a reducir sus emisiones de CO₂. Por otra parte, la investigación debe concentrarse en mejorar la eficiencia de la fijación y transferencia de nitrógeno hacia los cultivos, y de la fertilización orgánica en general, incorporando estrategias que, hasta el momento, han sido poco contrastadas en

nuestra actual situación, como son los policultivos¹³ y los abonos verdes, que han demostrado la capacidad de sustituir a los fertilizantes químicos sin afectar la intensidad del cultivo o haciéndolo levemente, o la mejora de la eficiencia en el uso de nutrientes a través de la fertilización orgánica adaptada a las necesidades durante el ciclo de las plantas. Es necesario, también, recuperar la integración agrosilvopastoril en las áreas públicas protegidas con sus controles correspondientes, aprovechando unos recursos que hoy se pierden. Estas y otras medidas redundarán en disminuir ese coste territorial que la AE, como la tradicional requiere.

Hemos de considerar igualmente los flujos energéticos necesarios para la realización de las labores mecánicas. Estas tareas que correspondían sobre todo al ganado de labor, son realizadas hoy con maquinaria automotriz basada en el uso del petróleo. Descartada la opción de que el ganado de labor pudiera de nuevo ejercer su papel, la pregunta sería si habría alguna otra posibilidad de que la agricultura volviera a asumir esta responsabilidad. La respuesta es positiva, a través de la producción y uso de biocombustibles para la maquinaria automotriz. Sería deseable el desarrollo de cultivos energéticos en un país como el nuestro, totalmente dependiente del petróleo de otros países, y en un contexto de acceso a este recurso cuando menos conflictivo y cada vez más privativo. Sin embargo, la exploración de esta posibilidad precisa de un marco legislativo adecuado, que haga viable económicamente la producción, transformación y uso de este tipo de combustible a una escala local, independientemente de las empresas que controlan el sector de los carburantes.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a los evaluadores anónimos de este artículo las valiosas sugerencias que han realizado. Igualmente queremos agradecer las objecio-

12 Tales costes pueden atenuarse sensiblemente con el recurso a la importación de energía y materiales, esto es, imputándole el coste territorial a otro mediante la importación de, por ejemplo, piensos o materia orgánica. Este flujo debe analizarse también en términos de sustentabilidad no sólo en cuanto a la relación de intercambio sino a si el territorio que soporta tales costes supera o no su capacidad de sustentación.

13 Los policultivos fueron utilizados con profusión en la Vega de Granada durante la posguerra como una forma eficaz de ahorrar territorio o, lo que es lo mismo, mejorar la eficiencia en el uso de los fertilizantes, de los que se sufría una gran escasez (González Lera & Guzmán Casado 2006).

nes y comentarios realizados al trabajo que ha servido de base para este texto por parte de Ramón Garrabou y José Manuel Naredo.

Referencias

- Agencia de Medio Ambiente 1991. Informe general sobre el medio ambiente, 1990. Agencia de Medio Ambiente. Sevilla.
- Ávila Cano JC, González de Molina M. 1999. El agua como factor limitante de la producción agrícola en Andalucía Oriental. La vega de Granada en los siglos XIX y XX. En *El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica* (Garrabou R, Naredo JM, eds.). Madrid: Visor/Argentaria, 275-316 pp.
- Calderón Espinosa E. 2002. Manejos tradicionales del olivar en la Comarca de los Montes Orientales (Granada). Tesis de Maestría en Agroecología y Desarrollo Rural Sostenible, Universidad Internacional de Andalucía.
- Fischer-Kowalski M. 1998. Society's metabolism: the intellectual history of materials flow analysis, part I, 1860-1970. *Journal of Industrial Ecology* 2: 61-77.
- Fischer-Kowalski M, Hüttler W. 1999. Society's metabolism: the intellectual history of materials flow analysis, part II, 1970-1998. *Journal of Industrial Ecology* 2: 107-129.
- Gliessman S. 1997. *Agroecology. Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Chelsea, MI: Ann Arbor press.
- González de Molina M. 2002. Environmental Constraints on Agricultural Growth in 19th Century Granada (Southern Spain). *Ecological Economics* 41: 257-270.
- González de Molina M, Guzmán Casado G. 2006. Tras los pasos de la insustentabilidad. Agricultura y medio ambiente en perspectiva histórica (siglo XVIII-XX). Barcelona: Icaria.
- González Lera R, Guzmán Casado G. 2006. Los policultivos en la agricultura tradicional de la vega de Granada. VII Congreso Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Zaragoza, 18-23 de Septiembre de 2006. Documento Nº 21. Ed: en CD.
- Junta Consultiva Agronómica 1921. Materias fertilizantes en la agricultura. Resumen hecho por la Junta Consultiva Agronómica de las Memorias de 1919 remitidas por los ingenieros del Servicio Agronómico Provincial. Imprenta de M. G. Hernández. Madrid.
- Martín Rodríguez M. 1982. Azúcar y descolonización. Origen y desenlace de una crisis agraria en la Vega de Granada. El «Ingenio de San Juan», 1882-1904. Granada: Universidad de Granada.
- Moreno, CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1.
- Pujol J, González de Molina M, Fernández Prieto L, Gallego D, Garrabou R. 2001. El pozo de todos los males. Sobre el atraso de la agricultura española. Barcelona: Crítica.
- Salazar Mendías C. 1995. Estudio de la vegetación y flora de riberas en el área metropolitana de Granada. En *Restauración de la vegetación natural dentro de la aglomeración urbana de Granada. Estudios complementarios* (Valle Tendero F, ed.). Granada: Universidad de Granada.
- Sieferle P. 2001. Qué es la Historia Ecológica. En *Naturaleza Transformada. Estudios de Historia Ambiental en España* (González de Molina M, Martínez Alier J, eds.). Barcelona: Icaria.
- Toledo V, González de Molina M. 2007. El metabolismo social: las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. En *Introducción a las ciencias sociales del medio ambiente* (Garrido F, González de Molina M, Serrano JL, eds.). Valencia: Trotta/Universidad de Granada.
- Wackernagel M, Rees W. 2001. Nuestra huella ecológica. Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra. Santiago de Chile: LOM editores.
- Wrigley, E.A. 1993. Continuidad, cambio y azar. Carácter de la revolución industrial en Inglaterra. Barcelona: Crítica.