



Transición socio-ecológica y su reflejo en un agroecosistema del sureste español (1752-1997)

Gloria Guzmán

Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural (Granada)

gguzman@cifaed.es

Manuel González de Molina

Universidad Pablo de Olavide (Sevilla)

mgonnav@dhuma.upo.es

Fecha de recepción: 07/07/2007. Fecha de aceptación: 02/10/2007

Resumen

Este artículo parte del supuesto de que el metabolismo social configura de una manera concreta a los agroecosistemas. En términos territoriales, el metabolismo social imprime una *particular huella* sobre el territorio, configurando paisajes específicos. 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. A partir de información etno-histórica, el presente artículo analiza la transición socio-ecológica de un agroecosistema en el sureste de España, el municipio de Santa Fe, considerando los cambios operados en el metabolismo agrario a lo largo de doscientos cincuenta años (1752-1997). El artículo muestra 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. Se concluye que el crecimiento agrario, esto es el aumento sostenido de la productividad de la tierra y del trabajo, sólo es posible mediante el aumento correlativo de la *huella oculta*, es decir mediante la importación de energía y materiales.

Palabras clave: Agroecología, Sustentabilidad agraria, Agricultura tradicional, Metabolismo social, Balances de energía.

Abstract

This article is based on the premise that social metabolism shapes agro-ecosystems in a particular way. In territorial terms, the social metabolism leaves its own *distinctive footprint* on the territory, thus shaping specific types of landscape. It is therefore important to distinguish between the *visible footprint*, which all forms of agricultural metabolism make within the agro-ecosystem and the *hidden footprint*, which refers to that (often very distant) part of the territory from which the natural resources or environmental functions essential to the functioning of the metabolism under study originate. This article analyzes the socio-ecological transition of an agro-ecosystem in the south-east of Spain, the municipality of Santa Fe, and studies the changes undergone in the agricultural metabolism over a period of two hundred and fifty years (1752-1997). The study shows the different territorial arrangements of the two main forms of organization of the social metabolism which have existed since the mid-eighteenth century, dependent either on the soil or subsoil, according to whether their main source of energy is solar or from fossil fuels. It concludes that agricultural growth (i.e. a sustained increase in land productivity and work) is only possible through a correlative increase of the *hidden footprint*, that is to say, through the importation of energy and materials.

Key words: Traditional agriculture, Sustainable agriculture, Land-use change, Social metabolism, Energy accounting.

Introducción

El presente artículo pretende mostrar la diferente lógica territorial de los sistemas agrarios de base energética orgánica y los actuales, basados en la energía fósil. La

estructura, funcionamiento y organización son diferentes, como distinta es la escala en la que ambas formas de producción y sus limitaciones ambientales se sitúan; más locales en el caso del sistema agrario de



base energética solar, y más globales en el caso del sistema agrario de base energética fósil. El papel que desempeñan para la sociedad es también diferente. El sector agrario se ocupó siempre de la producción de biomasa y del reciclaje de materia orgánica y otros residuos provenientes de la actividad económica en general. Pero, dado que la biomasa constituía el input energético básico que hacía funcionar las sociedades preindustriales, el sector agrario constituía la fuente de energía principal. Las extracciones domésticas constituían el aporte energético fundamental, siendo las importaciones una parte mínima del input total.

En la actualidad, sin embargo, especialmente en los países industrializados, el consumo de biomasa representa un porcentaje bastante modesto del consumo total de energía, en concreto un 24,4% según Fischer-Kowalski y Haberl (1997) como valor promedio de distintos países, incluso las extracciones domésticas no son capaces en muchos países de satisfacer la demanda total de alimentos, piensos, fibras, etc. Pese a aumentar en términos absolutos su producción, la agricultura se torna un sector subsidiado, dependiente de las importaciones de combustibles fósiles y de otros materiales, siendo expulsada del sistema energético. La producción de biomasa se convierte, así, en una función dependiente no solo de la energía solar sino de los flujos de materiales y energía provenientes de la economía como fertilizantes y combustibles.

Para estudiar las transiciones agroecológicas resulta muy útil el análisis del funcionamiento del metabolismo agrario. El metabolismo social se ha propuesto como la forma idónea para comprender la distinta lógica de las formas de producción a partir de los flujos de energía y materiales (Ayres 1989, Fischer-Kowalski 1998, Toledo y González de Molina 2007). En este artículo pretendemos mostrar que cada una de esas grandes formas de organización del metabolismo social configura de una manera concreta los agroecosistemas. En términos territoriales, el metabolismo social imprime una *particular huella* sobre el territorio, configurando paisajes específicos. Ésta 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 sostenible 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 Rees y Wackernagel (1994). 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 ocurre la transformación y el consumo de los mismos.

En este artículo hemos pretendido demostrar también que el crecimiento agrario, esto es el aumento sostenido de la productividad de la tierra y del trabajo, sólo es posible mediante el aumento correlativo de la huella oculta, es decir mediante la importación de energía y materiales. La apropiación de esa porción de territorio ajeno se realizó a través del mercado, cuya expansión se ve así *ecológicamente* estimulada, reforzando su capacidad para asignar los factores principales de la producción.

En definitiva, en este texto vamos a considerar la transición socio-ecológica de un determinado agroecosistema --el que conforma el municipio de Santa Fe-- como el resultado de los cambios operados en el metabolismo agrario a lo largo de los doscientos cincuenta últimos años. En coherencia con nuestro enfoque, no sólo vamos a considerar la huella visible de cada forma de organizar el metabolismo, esto es el paisaje, sino también la huella oculta en aquellos momentos en que la hubo. En consecuencia, este trabajo mostrará los distintos arreglos territoriales de las dos grandes formas de organización del metabolismo social que han existido desde

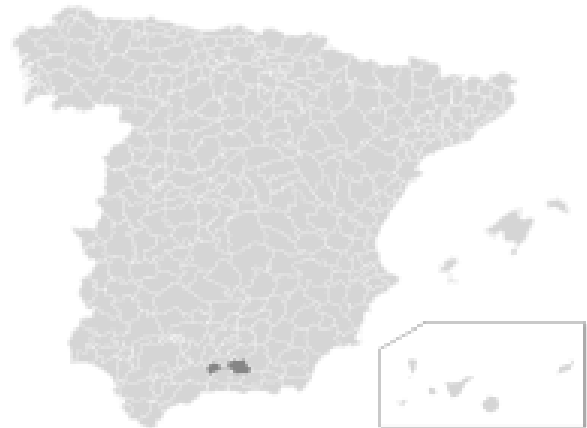


mediados del siglo XVIII, dependientes del suelo o del subsuelo, según hayan tenido en la energía solar o en los combustibles fósiles su fuente de aprovisionamiento fundamental.

La evolución la hemos estudiado a través de grandes cortes 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, con momentos en los cuales se pudieran captar bien las transformaciones habidas en la dinámica del agroecosistema. 1856 lo ha sido por disponer de una documentación catastral (Amillaramiento de ese año y la correspondiente Cartilla Evaluatoria) a la que hay que sumar otras fuentes estadísticas (de producción, padrones municipales...) que nos han permitido captar la mayoría de los cambios provocados por la Revolución Liberal. 1904 permite captar las consecuencias de la llamada crisis finisecular, cuando los historiadores sitúan los inicios de la "modernización" de la agricultura andaluza y española (Pujol et al. 2001). Para este periodo, además de otras fuentes, disponemos de las respuestas detalladas dadas a un cuestionario sobre el estado de la agricultura santafesina. El último corte, 1997, es la fecha más cercana a la actualidad de la que disponemos de datos homogéneos, y para cuya caracterización tecnológica nos hemos basado en el trabajo de López (1998). Su análisis, cuando la agricultura española estaba ya plenamente industrializada, nos ha permitido establecer el necesario contraste.

Santa Fe se localiza al sureste de la Península Ibérica, en el centro de la Vega de Granada, a unos 12 Km. al oeste de la ciudad con este nombre (véase Figura 1). Se caracteriza por su gran potencial agrícola, siendo sus suelos profundos y con una pendiente inferior al 3% en el 86% de su superficie. Sus suelos se agrupan en la categoría Xerofluvents, salvo los del extremo sur, en zona de pendiente, que pertenecen al Gran Grupo Xerochrepts. No obstante, este

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio



Fuente: elaboración propia

alto potencial sólo se expresa con plenitud cuando el acceso al agua está garantizado por el riego. Esta última circunstancia es clave ya que la pluviometría anual ronda los 390 mm, siendo inexistentes los meses con excedente de agua y ocasionando un marcado déficit durante el verano y el primer tercio del otoño.

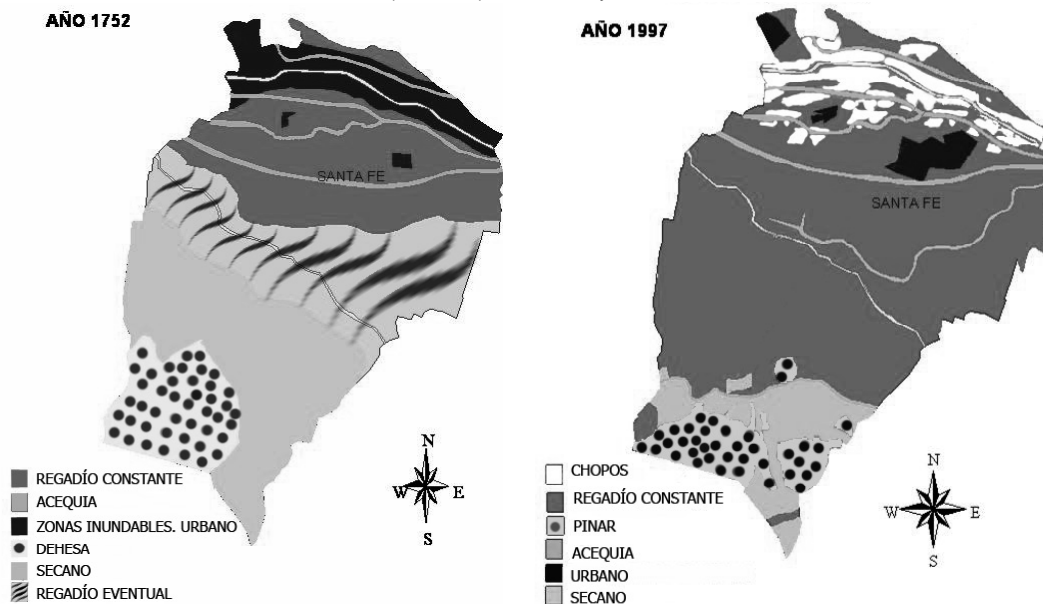
2. Santa Fe a mediados del siglo XVIII. Un agroecosistema en equilibrio

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 agrícola 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 Real.

En cualquier caso, la inexistencia de fuentes de energía que no fueran las provenientes del sol y sus derivados obligaba a obtener del suelo, mediante el manejo de convertidores biológicos, tanto el combustible, los alimentos y las fibras, como los alimentos necesarios para mantener al ganado de labor y renta. En general, las mejores tierras se dedicaban a la producción de alimentos para la población, en



Figura. 2. Evolución de los usos del suelo en Santa Fe (Granada) entre 1752 y 1997



Fuente: elaboración propia

tanto que las menos aptas 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 del sur de la Península Ibérica (González de Molina 2002), hacían poco factible la coincidencia de varios aprovechamientos dentro de la misma parcela y obligaban a dedicar extensas superficies a producir maderas y leñas, pastos para el ganado o alimentos humanos. No obstante, los santafesinos 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 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 Genil 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. A orillas del río se plantaban principalmente chopos para

contener las riadas, pero también para obtener madera y leña. A tales recursos había que añadir los residuos de poda del olivar y de otros frutales. El número de árboles no era, sin embargo, suficiente para atender los requerimientos vecinales, satisfechos con las importaciones de leña que se hacían de áreas más boscosas del entorno.

La necesidad de alimentos para el ganado se solventaba con lo producido por las tierras incultas: sotos y prados en la zona baja inundable y tierras situadas en la parte alta del municipio que no estaban cultivadas. El lugar, de unas 366 ha, era conocido como la dehesa boyal, concedida a los vecinos por los Reyes Católicos al tiempo de la fundación de la ciudad (véase Figura 2). La escasez de pastos que un monte mediterráneo abierto como éste produce, obligaba a destinar además una parte sustancial de las tierras cultivadas (secano y regadío eventual) a la producción de granos-pienso para completar su alimentación. Así, la producción de granos para el ganado competía con la producción de alimentos humanos. No obstante, el equilibrio se había alcanzado sobre la base de una ganadería que satisfacía tanto las necesidades de tracción como las de fertilización.



Tabla 1. Evolución de los cultivos en regadío (ha), 1754-1997

Cultivos	1754	1840	1904	1937-8	1977	1997
Trigo	564,7	492,4	570,2	766	85	374
Cebada	52,2	29,0		189	75	79
Maíz (*)	26,4	11,3	73,3	150	870	230
Cereales	643,3	532,7	643,6	1.105	1.030	683
Habas	67,7	120,9	397,0	500	115	8
Otras Semillas	15,5	9,4		33	17	
Leguminosas	83,2	130,3	397,0	533	132	8
Cáñamo	20,4	137,0				
Lino	199,8	234,7				
Alazor	2,5					
Remolacha			352,6	107	82	
Tabaco				28	118	300
C. Industriales	222,7	371,7	352,6	135	200	300
C. Forrajeros				2	210	15
Tubérculos (patata)			309,3	124	165	12
Hortalizas	1,5	87,3	54,9	27	162	154
Frutales					11	87
Vid		202,5	42,0	6		
Olivar		129,9	55,1	1	17	852
Barbechos	617,9	154,2	15,6			
Chopos	3,4	14,0	53,43	223	¿?	440
Total	1.571,9	1.622,6	1.850,4**	2.156,0	1927,0	2.551,0

(*) En 1754 incluye mijo; (**) Sin maíz, pues era 2ª cosecha. Fuente: Para 1754, 1799 y 1840: Apeos de marjales de los años correspondientes; para 1904: "Contestación al cuestionario remitido..." (A.M. Santa Fe, Caja 391, doc. 1); para 1937-8, "Estado expresivo de las hectáreas..." (A.M. Santa Fe, Caja 387, doc. 60); y para 1997: Cámara Agraria Local.

Fuente: Elaboración propia

La existencia de ese equilibrio relativo a mediados del siglo XVIII (véase Tabla 2) se puede demostrar con un simple balance de la capacidad del agroecosistema para proporcionar los nutrientes exportados en cada cosecha. La producción anual del ganado santafesino en 1752 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 si era posible aumentar las cabezas de ganado, especialmente de labor, que tenían mayor capacidad de producir estiércol. De 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 (lo que explicaría también el diferencial de productividad con los países citados), pese a lo cual el ganado disponible cubría a duras penas las necesidades en los meses de septiembre a noviembre, cuando tenían lugar las labores de cosecha, alzado y siembra. Podría 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. Un aumento



Tabla 2. 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	29.580
Producción ganadera neta (t)	346	127	127	2.863
Alimentación humana (t)	1.626	3.273	11.355	17.505
Cultivos industriales (t)	69	251	(2) 14.108	(3) 10.110
Alimentación animal (t) (1)	388	594	1.188	4.828
Cabezas de ganado	2.609	1.683	3.050	4.130
Necesidades de tracción (cabezas)	77	107	113	(4) 4.156
Ganado de labor (cabezas)	122	193	225	(5) 8.780
Necesidades de alimentación (t) (1)	388	703	770	--
Producción de estiércol útil (t) (6)	2.831	3.116	3.901	20.935
Necesidades netas (t estiércol) (7)	2.052	11.438	15.825	79.991
Déficit	--	8.322	11.924	(8) 59.056
Necesidades de m. de obra (UTA) (9)	548	892	1.286	453
Población Activa Agraria (UTA)	550	1.216	1.675	600

(1) Se ha considerado sólo el grano; ya que los residuos de cereales producidos por el agroecosistema resultan suficientes para satisfacer las necesidades del ganado.
(2) Remolacha.
(3) Tabaco y chopo para madera.
(4) Cantidad de caballos (CV) necesarios para las labores con tractor o cosechadora.
(5) Potencia instalada en caballos (CV).
(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, sin embargo, se considerará para el cálculo de la huella oculta.
(9) Unidad de Trabajo Agrario: trabajo efectuado por una persona dedicada a tiempo completo durante un año a la actividad agraria

Fuente: Elaboración propia

del ganado 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. No convenía invertir más energía en el acarreo de un producto que el contenido energético del mismo (Sieferle 2001). La Tabla 2 muestra el precario equilibrio alcanzado entre las necesidades y la producción de granos para el ganado. 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 remuneradora salida en el mercado quedaba restringida.

3. Santa Fe a mediados del siglo XIX. Un agroecosistema desequilibrado

Las reformas institucionales del Liberalismo estimularon una importante expansión de las tierras cultivadas. El crecimiento de la población y de los mercados de la ciudad de Granada se tradujo en una demanda

creciente de trigo, vino, aceite y, en mucha menor medida, de legumbres y hortalizas.

El agroecosistema se especializó 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 y las provenientes de la desecación parcial de 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 choperas habían comenzado a ocupar explotaciones agrarias con fines madereros.

Pero la transformación más importante consistió en la conversión de las tierras regadas eventualmente en tierras de riego constante. La producción de hortalizas experimentó un auge significativo, vinculado al consumo local y al mercado granadino. Algunas leguminosas tradicionales desaparecieron de los barbechos semillados y se incorporaron el maíz y los melones. El olivar y la viña dejaron de cultivarse de manera asociada, 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. La vid proveía la demanda interna de uva de mesa, vino y aguardiente, vendiéndose 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 declinar.

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 disponibles, el estercolado por hectárea aumentó con respecto a 1752, situándose 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 entre 11.438 y 13.725 t anuales¹. Sin embargo, el ganado no podía atender semejante demanda de estiércol (véase Tabla 2), que hubo de importarse de municipios vecinos. La expansión de las tierras cultivadas había roto el frágil equilibrio alcanzado a mediados del XVIII.

El aumento del regadío constante 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 ganadería 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 renta, cuyo número disminuyó en coherencia con la pérdida de pastos en la dehesa y prados inundables. El vacuno, que había constituido la forma de tiro más común, se estancó en beneficio de los equinos. Buena parte del grano de los cereales y de las leguminosas, pero sobre todo la paja, se convirtieron en el alimento principal de este ganado, cuyo crecimiento era 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 total de ganado de labor y la capacidad de fertilización. El ganado de labor pudo adecuarse 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. 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 (véase Tabla 3) 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 de Colomera, Deifontes, Moclín o Iznalloz (Calderón 2002).

4. El boom azucarero de finales del siglo XIX. Los desequilibrios de una “economía orgánica avanzada”

La crisis finisecular facilitó la introducción de la remolacha durante los años ochenta. Aún con altibajos, sería el cultivo predominante durante los cuarenta años siguientes. Dentro

¹ 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 2), pero esto no afecta en ningún caso las conclusiones de este trabajo.



Tabla 3. 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	2.244
Cultivos industriales (ha)	223	384	353	375
Alimentación animal (ha)	2.076	1.354	1.258	143
Aprovechamiento forestal (ha)	3	19	53	(1) 650
Superficie agraria útil (ha)	3.066	3.148	3.182	3.569
Superficie supletoria para atender a las necesidades de fertilización (ha) (2)	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)	548	892	1.286	453
Población activa agraria	550	1.216	1.675	600

(1) Incluye 210 ha de pinar, producto de la repoblación de la antigua dehesa, que tiene sólo aprovechamientos recreativos.
(2) 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 granopienso sobrante, si lo hubiere, de la cosecha santafesina, tras alimentar a su ganado en cada año. El resultado de esta resta la 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).

Fuente: Elaboración propia

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 santafesinos hubieron de importar, cada vez con mayor frecuencia, alimentos para ellos y piensos para su ganado.

Aparentemente, en 1904 la producción de alimentos para el ganado se había duplicado en relación a 1856 (véase Tabla 2). Pero fueron las habas, que formaban parte de la rotación remolachera, las responsables de dicho aumento. La caída del precio de la cebada hizo que su cultivo sufriese un importante retroceso, reduciéndose prácticamente a la mitad. Sin embargo, las habas no pueden servir como alimento principal del ganado, máxime si de equinos se trata, muy dependientes de la cebada. En realidad, la capacidad del agroecosistema para alimentar al ganado disminuyó con la intensificación agrícola del mismo.

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 13.000 y 15.600 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%. El balance entre el estiércol y las necesidades de fertilizantes para mantener la rotación y entre el ganado y la producción forrajera demuestran la imposibilidad material de dicha duplicación.

En definitiva, la especialización en la remolacha acrecentó el déficit de nutrientes. Entre 1750 y 1885, el trigo multiplicó por 2,5 su precio, en tanto el precio del 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, permitiendo "superar" las rigideces territoriales del agroecosistema. De hecho, 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. De esa manera, la producción intensiva significaba ya más de un tercio del territorio municipal.

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 (ej.: fosfatos de Argelia y Estados Unidos, según la Memoria de 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 de los combustibles fósiles asociados a su fabricación desde ecosistemas bastante lejanos. El agroecosistema 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.

5. Auge y decadencia de la actividad agrícola

El predominio de la remolacha duró más de cuarenta años, aunque siguió cultivándose hasta finales de los años sesenta del siglo XX. Pero fue a lo largo de la década de 1950 y sobre todo de 1960, cuando se inició la transición que cambió completamente la estructura y la dinámica del agroecosistema y acabó 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 llamada "revolución verde".

Tabla 4. 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/km²]	61,7	126,0	187,2	338,2
Tamaño medio de las explotaciones [ha cultiv.]	8,6	6,8	4,9	8,8
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
Flujos ocultos domésticos (GJ/hab)	2,5	6,5	6,2	6,17
Importaciones [GJ/hab]	0,9	1,2	1,2	10,2
Flujos 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
Flujos ocultos domésticos (GJ/ha)	1,5	8,2	11,6	19,8
Importaciones [GJ/ha]	0,6	1,5	2,2	32,8
Flujos 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



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 estival fueron paliados con las aguas procedentes de un pantano (Los Bermejales) y de los pozos abiertos por particulares y comunidades de regantes. La expansión del secano, que no había cesado desde el siglo XVIII, alentada por el crecimiento de la población y por la demanda de la ganadería 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, otra, libre ya de cualquier servidumbre pecuaria, fue repoblada con pinos. En el resto del secano, la mecanización y el fin de las restricciones en el empleo de fertilizantes químicos, permitieron usos alternativos a la producción de alimentos para el ganado. La dependencia que mantenía la agricultura santafesina respecto a su propio territorio, característica de una agricultura de base energética orgánica, quedó definitivamente rota.

La mecanización y la difusión masiva de los fertilizantes 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 regadío. Cereales, tabaco, ajo y cebollas entre las hortalizas, y frutales protagonizaron el proceso de industrialización. Desaparecen cultivos de autoconsumo como la vid, o cambian absolutamente de orientación comercial, como el olivar en las últimas décadas. Las leguminosas dejan de cultivarse en combinación con los cereales, expresión fehaciente del abandono de la práctica tradicional de las rotaciones. Cada vez hubo menos animales de labor que mantener y el ganado de renta estabulado comenzó a consumir piensos compuestos provenientes parcialmente del exterior del agroecosistema. La disminución de la ganadería favoreció a su vez el abandono del estiércol y la aplicación

exclusiva de fertilizantes químicos, fenómeno este decisivo en la dinámica del agroecosistema.

Desde el punto de vista 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 el rastrojo a la leña, pasando por supuesto por el estiércol). La agricultura santafesina se integró en un ciclo de nutrientes considerablemente más amplio, nutriéndose de flujos de energía y materiales no renovables.

Pero con el tiempo, 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 subvenciones de la Política Agraria Común. Ello se ha traducido en dos cambios de importancia: el lento pero constante aumento de la superficie urbanizada y la dedicación de una porción considerable de las mejores tierras al chopo. La construcción de viviendas y la demanda de suelo industrial y de servicios, han ofrecido rendimientos a corto plazo mucho más sustanciosos que la actividad agrícola, encareciendo el precio de la tierra ante la expectativa de plusvalías y entorpeciendo la incorporación de nuevos agricultores. De las 34 ha construidas en 1956 (Martín y Jiménez 1994: 183) se pasó a 182 en 1998, multiplicándose por cinco.

El cultivo del chopo ocupa actualmente el segundo lugar, tras el olivar, en la superficie agraria útil, llegando a representar el 17% del regadío (440 ha). Su progresión ha sido lenta pero constante (véase Tabla 6). Las tierras que ocupa se encuentran inmovilizadas durante los 10 años que dura su cultivo. El capital de explotación que requiere es mínimo y la rentabilidad muy alta, debido a que las labores son fácilmente mecanizables y emplea muy poca mano de obra. Resulta, pues, un cultivo ideal para una agricultura con



escasas alternativas y unos agricultores dedicados sólo parcialmente a la actividad agrícola.

Tabla 5. Balance energético de la agricultura de Santa Fe desde mediados del siglo XVIII hasta la actualidad

	1752	1856	1904	1997
Conversión agrosilvopastoril (CA) (GJ)	78.198	104.249	189.754	385.828
Índice de incremento de la CA	1	1,33	2,43	4,93
Producto ganadero (PG) (GJ)	2.727	944	1.072	7.860,5
Reempleos (semilla, plántones, alimentos del ganado, biomasa no utilizada) (GJ)	65.282	75.964	105.652	171.815
Input total consumido (ITC) (reempleos+trabajo humano+inputs importados) (GJ)	67.673	82.382,7	114.867	298.729
Eficiencia bruta del sistema (CA/ITC)	1,16	1,27	1,65	1,29
Output final (OF) (output total-reempleos) (GJ)	15.643	29.229	85.174	221.873
Índice de incremento del OF	1	1,87	5,44	14,18
Input no consolidable (INC) (trabajo humano+inputs importados) (GJ)	2.390,7	6.418,5	9.215	126.914
Eficiencia neta del sistema (OF/INC)	6,54	4,55	9,24	1,75
Trabajo humano (TH) (GJ)	434,9	704	1.009,7	376,6
Eficiencia neta del trabajo humano (OF/TH)	36,0	41,5	84,4	589,2
Abono químico (F) (GJ)	0	0	4.666,5	44.293
Eficiencia neta del abono químico (OF/F)	-	-	18,3	5,0
Agua de riego empleada (H) (Hm ³ /año)	0,477	2,332	3,821	13,034
Eficiencia neta del agua de riego (OF/H)	32.795	12.534	22.291	17.022

Fuente: Elaboración propia

6. Metabolismo social agrario, paisaje y biodiversidad

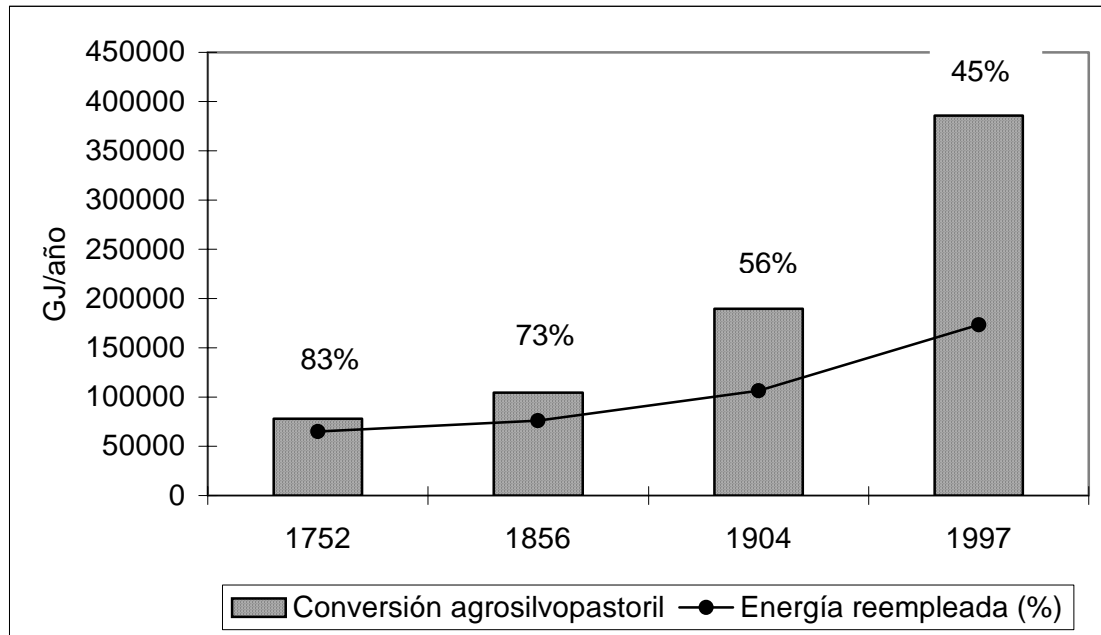
El proceso de agricolización e intensificación descrito ha significado en términos energéticos la multiplicación por 14 de la energía disponible (output final) para la sociedad santafesina (véase Tabla 5). Este incremento se debe sólo parcialmente al incremento de la productividad del agroecosistema (véase que la producción primaria neta o conversión agrosilvopastoril se multiplicó tan sólo por 4,93 en el mismo período) ocasionada fundamentalmente por la intensificación en las entradas de energía y agua. En los últimos 250 años, las importaciones de energía, incluidos los flujos ocultos, pasaron de 0,65 a 37,3 GJ/ha, y las aportaciones de agua de riego se multiplicaron por 27 (véase Tablas 4 y 5). Es, sin embargo, la desestructuración de los flujos internos de energía la principal causante del incremento en el output final en el periodo estudiado, sobre todo en el primer tramo considerado, donde el porcentaje de energía reemplazada del total fijado desciende de un 83% a un 56% (véase Figura 3). Esta drástica caída del porcentaje de reempleos permite canalizar una mayor proporción de la energía fijada hacia la población humana, en detrimento del consumo de biomasa por el ganado (véase Figura 4), contribuyendo en

mayor medida al incremento del output final, que el propio aumento de la conversión agroforestal.

La explicación en el segundo tramo (1904-1997) del incremento del output final es claramente distinta. Así, el crecimiento de la fijación neta energética del municipio y el aumento del output final están más ligados, siendo menor la contribución de la disminución de los reempleos en la energía finalmente disponible para la sociedad. Obviamente, ambos fenómenos, el incremento de la productividad de la tierra y la apropiación por parte de la sociedad de flujos crecientes de energía, han sido posibles por la incorporación de cantidades progresivas de energía y agua, en primera instancia renovable de fuentes cercanas y, posteriormente, energía no renovable y de lejana procedencia. Pero también era necesaria la simplificación del paisaje, esto es de la estructura del agroecosistema, ya que la expresión del potencial de las nuevas tecnologías requirió y permitió la expansión superficial de las tierras de cultivo con riego constante, en detrimento de los otros usos del territorio, y la desaparición de la ganadería como componente móvil del agroecosistema, interconector entre los distintos espacios y competidor en la captación de los flujos energéticos. Los motores de esta evolución



Figura. 3. Energía neta fijada por el agroecosistema en cada momento y porcentaje de energía reemplazada



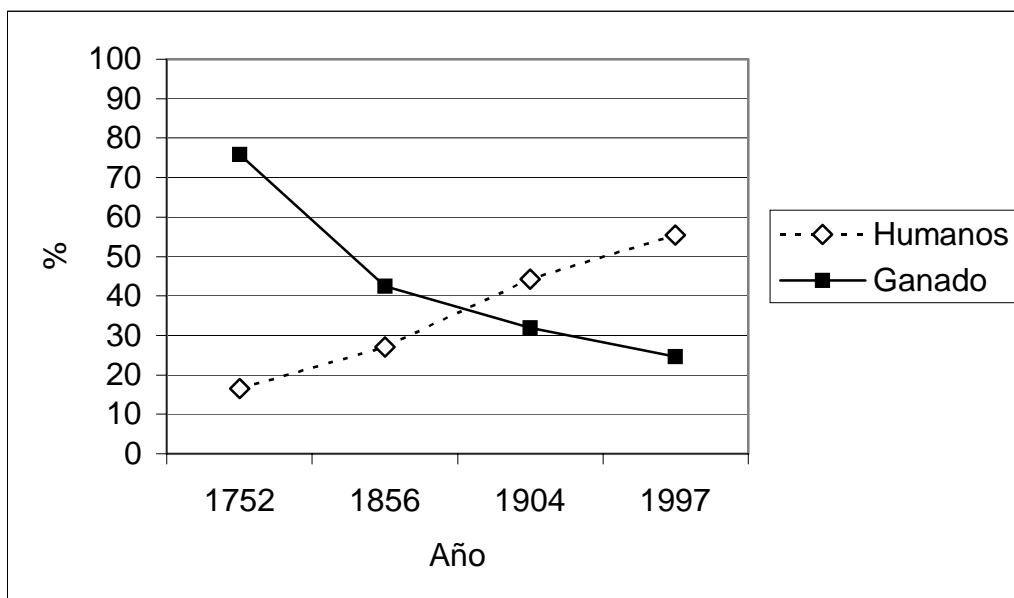
Fuente: Elaboración propia

han sido la orientación mercantil de la producción, que fue imponiendo con el tiempo cultivos acordes con los requerimientos del mercado, y el incremento de la población. En definitiva, la apropiación humana de la producción primaria neta (PPN) provocó el descenso de la biodiversidad, pero una elevación de la producción primaria neta. A ello contribuyó decisivamente la incorporación masiva de recursos hídricos al agroecosiste-

ma. En trabajos posteriores trataremos de contrastar si el riego ha permitido aumentar la PPN real por encima de la natural potencial, siguiendo las propuestas de otros autores (Vitousek et al. 1986, Haberl et al. 2004).

Actualmente apenas existen zonas con vegetación silvestre. Pese a que la labor de desecación de los humedales no había cesado desde finales del siglo XV, las partes

Figura. 4. Porcentaje de la energía neta fijada por el agroecosistema destinada a consumo animal y consumo humano en las diferentes fechas.



Fuente: Elaboración propia



bajas del término municipal eran en el siglo XVIII aún pantanosas o permanecían sometidas a periódicas inundaciones (cada dos o tres años) por las crecidas del río, siendo durante el siglo XIX cuando desaparecieron las comunidades riparias más extensas. 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 la centuria pasada, 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 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*).

Por tanto, y de manera paradójica, la "ordenación" hidrológica sufrida por la Vega para ampliar y consolidar los terrenos de regadío ha sido la principal causante de la desaparición de la vegetación riparia y de su hábitat, refugio de una fauna rica y variada. La desaparición de los pastos naturales de la dehesa, sustituidos por una plantación de pinos, la eliminación de los barbechos y la introducción de los herbicidas han hecho el resto.

Las dificultades de generar índices que nos cuantifiquen el impacto que han tenido todos estos cambios sobre los recursos fito y zoogenéticos, las especies vegetales silvestres y la fauna, así como sobre los ecosistemas a los que estaban asociados, son inmensas. Normalmente, los índices de biodiversidad utilizados (índice de Margalef, índice de Shannon, Índices de dominancia de Simpson, Berger-Parker ó McIntosh) 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, que en nuestro caso es 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 diversidad 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 7, mientras que la Tabla 6 recoge los datos base tomados en cuenta en el cálculo.



Tabla 6. Evolución de los usos del suelo. 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
Choperas	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

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Índice de Shannon-Wiener en las distintas fechas

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

Fuente: Elaboración propia

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: el regadío constante y el secano que se cultivaba al tercio.

Vista en perspectiva, la gran transformación sufrida por el agroecosistema desde 1752 ha sido la ampliación y consolidación de las tierras regadas. Los periodos de crecimiento agrario que acompañaron al lino y al cáñamo, a la remolacha azucarera y al tabaco fueron siempre precedidos de un aumento de las superficies regadas y de las dotaciones de agua. Este proceso ha ido acompañado de un profundo cambio tecnológico, que iniciándose a principios del siglo XX, se consolidó en su segunda mitad. Esto es, el uso de productos

químicos de síntesis (fertilizantes y plaguicidas) y la introducción de pocas y más uniformes variedades de cultivo que fueron sustituyendo a las variedades tradicionales. Esta transformación se inició con la remolacha, que llevó aparejado el uso de fertilizantes químicos de síntesis y semillas foráneas, y continúa con el tabaco que en los años 30 inicia su expansión con la misma lógica. No obstante, es ya en la posguerra (años 40) cuando cultivos antiguos en la vega como el trigo sufren la primera sustitución varietal de que tengamos noticia en el periodo estudiado, cuando el Servicio Nacional del Trigo reemplaza la variedad "castellana" por las de "recio" y "valenciano". Actualmente la permanencia de variedades tradicionales está restringida a algunos cultivos hortícolas destinados al autoconsumo (González y Guzmán 2006).

El Cuadro 1 recoge esquemáticamente la intensidad con que se implementaron estrategias agrarias, que tenían un impacto favorable sobre la biodiversidad según Gliessman (1997), mostrando de forma cualitativa la profundización del proceso simplificador. Mientras en 1752 todas las estrategias estaban presentes, incluida la del policultivo olivar-vid, en 1997 las escasas fuentes de diversidad presentes se hallaban muy debilitadas, concretadas en 210 ha de pinar; la subsistencia de algunas explotaciones ganaderas con razas tradicionales y la realización de rotaciones cortas regidas más por criterios económicos que agronómicos.



Cuadro 1. Estrategias de manejo agrario que contribuyen a fortalecer la biodiversidad presentes en las distintas fechas

	1752	1856	1904	1997
Variedades tradicionales				
Rotaciones				
Cultivos asociados				
Barbecho				
Integración agrícola-ganadera				
Razas locales ganaderas				
Altos inputs de m.o.				
No uso de biocidas				
Áreas de vegetación natural				
Corredores biológicos				

Leyenda:



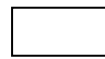
Estrategia de uso generalizado



Estrategia en recesión



Estrategia implementada de forma excepcional, o en precario



Estrategia abandonada

Fuente: Elaboración propia

7. Conclusiones

El paisaje santafesino ha sufrido hondas transformaciones reflejo de los cambios habidos en los últimos doscientos cincuenta años. 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 dedicada 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, la orientación hacia cultivos de mayor valor de mercado y rendimientos por unidad de superficie mayores requirió de un espacio agrícola creciente, 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.

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. En concreto, las importaciones de energía por hectárea se multiplicaron por 55 respecto a 1752, según se desprende de la Tabla 4. 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 y



la población, 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 de uso urbano-industrial.

Podríamos decir, en definitiva, que el crecimiento económico ha traído como consecuencia un aumento del territorio apropiado por el metabolismo agrario mediante una disminución de la huella territorial per capita de dicho metabolismo; pero, también mediante el aumento correlativo de la huella oculta. La "Extracción Doméstica" por hectárea (véase Tabla 4) se multiplicó por 4,3, en tanto que el territorio apropiado solamente para proporcionar los nutrientes se ha multiplicado también por 4,2 (véase Tabla 3). El incremento de la producción física del agroecosistema se ha hecho, pues, en la misma cuantía en que se ha "importado territorio", simplificando el paisaje y la biodiversidad.

REFERENCIAS

- Ayres, R. U., 1989. Industrial metabolism, en Ausubel, J. (ed), *Technology and Environment*. Washington D.C.: National Academy Press.
- Burel, F. y J. Baudry, 2002. *Ecología del paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones*. Madrid: Mundiprensa.
- Calderón, 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 Material Flow Analysis, Part I, 1860-1970. *Journal of Industrial Ecology* Vol. 2, No. 1: 61-78.
- Fischer-Kowalski, M. & H. Haberl, 1997. Tons, Joules and Money: Modes of Production and Their Sustainability Problems. *Society and Natural Resources* Vol. 10, No. 1: 61-85.
- 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* Vol. 41: 257-270.
- González, R. y G. Guzmán, 2006. Los policultivos en la agricultura tradicional de la vega de Granada. VII Congreso SEAE. Zaragoza. Documento Nº 21. Ed: en CD.
- Haberl, H.; Schulz, N. B.; Plutzer, C.; Erb, K.; Krausmann, F.; Loibl, W.; Moser, D.; Sauberer, N.; Weisz, H.; Zechmeister, H. G. & P. Zülka, 2004. Human Appropriation of Net Primary Production and Species Diversity in Agricultural Landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* Vol. 102, No. 2: 213-218.
- 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*. Madrid: Imprenta de M. G. Hernández.
- López, D., 1998. Determinación de costes de cultivo en la Vega de Granada. Trabajo Profesional Fin de Carrera. ETSIAM. Universidad de Córdoba.
- Martín, 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.
- Martín, M^a E. y Y. Jiménez., 1994. Transformaciones del paisaje en el área de influencia de la capital granadina: la Vega de Granada. *Cuadernos Geográficos* Vol. 23: 175-193.
- Moreno, C. E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza. M&T-Manuales y Tesis SEA Vol. 1. 84 pp.
- Pujol, J., González de Molina, M., Fernández Prieto, L., Gallego, D. y R. Garrabou., 2001. El pozo de todos los males. Sobre el atraso de la agricultura española. Barcelona: Crítica.
- Rees, W. & M. Wackernagel, 1994. Ecological Footprints and appropriated carrying capacity: measuring the natural capacity requirements of the human economy, en Jansson, A. M., Hammer, M., Folke, C. & R. Costanza (eds) *Investing in Natural Capital*. Washington D. C.: Island Press.
- Sieferle, P., 2001 Qué es la Historia Ecológica, en González de Molina, M. y J. Martínez Alier (eds). *Naturaleza Transformada. Estudios de Historia Ambiental en España*. Barcelona. Icaria.
- Toledo, V. y M. González de Molina, 2007. El metabolismo social: las relaciones entre la sociedad y la naturaleza, en Garrido, F.; M. González de Molina y J. L. Serrano (eds) *Introducción a las ciencias sociales del medio ambiente*. Valencia. Trotta/Universidad de Granada.
- Vitousek, P., Ehrlich, P. R., Ehrlich, A. H. & P. Matson, 1986. Human appropriation of the products of photosynthesis. *BioScience* Vol. 36, No. 6: 368-373.
- Wrigley, E. A., 1993. Continuidad, cambio y azar. Carácter de la revolución industrial en Inglaterra. Barcelona: Crítica.