

**AUGE Y CRISIS DE UNA
AGRICULTURA ORGÁNICA
SANTA FE, 1750-1904.**

*MANUEL GONZÁLEZ DE MOLINA
YANN POULIQUEN.
Univ. de Granada y Córdoba.*

CRISIS DE LA AGRICULTURA ORGANICA *

Este trabajo que presentamos forma parte de una investigación más amplia que en la actualidad realizamos sobre uno de los agroecosistemas más degradados de Andalucía, la Vega de Granada y en concreto Santa Fe. La erosión de una parte muy importante de sus territorio, la reducción alarmante de la biodiversidad agrícola, pero sobre todo la escasez y contaminación del agua, motivada por la sobreexplotación del acuífero y por la utilización de fertilizantes químicos, constituyen las manifestaciones más relevantes de una crisis ambiental que está degradando el potencial productivo de una de las zonas más fértiles de Andalucía. Las causas de tal situación no pueden explicitarse más que históricamente si se adopta una perspectiva agroecológica. Ello nos ha llevado a reconstruir, entre otras muchas cosas, los sistemas tradicionales de fertilización y a buscar los factores explicativos del paso de la fertilización orgánica a la fertilización química, punto de partida del fenómeno observable hoy de contaminación del acuífero por nitratos.

Por tanto, esta comunicación se centrará exclusivamente en estos dos últimos aspectos, intentando plantear todos aquellos problemas, tanto desde el punto de vista de las fuentes como de sus tratamiento metodológico, que nos han surgido mientras realizábamos esta tarea. También plantearemos los primeros resultados derivados de nuestra investigación, que deben considerarse sólo como hipótesis que habrá que verificar en una análisis mucho más refinado de los datos disponibles. En el enfoque que hemos tomado desde el principio se ha privilegiado el marco agroecosistémico, dejando en un segundo plano el análisis en finca, puesto que estamos convencidos

* Una versión de este trabajo fue presentado en el *II Seminario sobre la reposición del agua y de los nutrientes en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*. Organizado por la Fundación Argentaria y el Centro Nacional de Educación Ambiental, los días 22 y 23 de junio de 1995..

de que este resulta más adecuado cuando se pretende esclarecer las causas de la difusión y aplicación masiva de fertilizantes químicos.

En efecto, nuestro punto de partida ha sido el siguiente: la generalización del mercado como asignador de recursos habría provocado la conversión de éstos —y de la tierra— en mercancías y, al mismo tiempo, habría cambiado los motivos de la práctica de los agricultores: la lógica de la subsistencia habría sido sustituida por la lógica del beneficio. Desde esta perspectiva, el agroecosistema santafesino habría sido sistemáticamente reorganizado para intensificar la producción de alimentos y con ellos la acumulación individual de riqueza. Esta reorganización sería la causante de la rotura del equilibrio existente entre los diversos usos alternativos integrados del suelo, que habría conducido a un fenómeno de escasez relativa de fertilizantes orgánicos que —vía precios, por ejemplo— habría estimulado su sustitución por los abonos químicos. Del mismo modo, la intensificación productiva, mediante la práctica de rotaciones cada vez más cortas, habría generado déficits de nutrientes más fáciles de satisfacer con abonos químicos que con un estiércol cada vez más escaso.

Por decirlo en términos más generales: la hipótesis principal que pretendemos verificar insiste en que la expansión de la actividad agrícola habría chocado con las necesidades de suelo imprescindibles para proporcionar combustibles, piensos y abonos, es decir, para satisfacer las propias demandas de la agricultura. Esa contradicción habría creado un contexto favorable a la expansión de las tecnologías ahorradoras de tierra como los fertilizantes químicos, las primeras disponibles. La contradicción entre aprovechamiento agrícola por un lado y forestal y pecuario por otro, habrían generado un fenómeno de *escasez relativa* de fertilizantes orgánicos, ya fuera para proveer la demanda de una agricultura en expansión o para permitir que dicha expansión se realizara. Tratamos, pues, de subrayar la importancia de los factores ambientales, relacionados estrechamente con los socioeconómicos, en la introducción y posterior difusión de los fertilizantes químicos.

Hemos intentado verificar esta hipótesis caracterizando en primer lugar la agricultura tradicional de Santa Fe, cuando aún

era una agricultura orgánica, su racionalidad interna y su grado de sostenibilidad, es decir, si contenía o no algún factor de desequilibrio interno. Posteriormente hemos intentado evaluar el impacto de la Revolución Liberal sobre el agroecosistema santafesino, caracterizando la agricultura de la segunda mitad del siglo XIX con idénticos propósitos. Finalmente hemos intentado singularizar los principales factores explicativos del paso de la fertilización orgánica a la química, fenómeno este que tuvo lugar en la década de los años 80 de la pasada centuria.

1. EL MEDIO BIÓTICO Y ABIÓTICO

Santa Fe está situado en la depresión conocida como “Vega de Granada”, que está limitada al Norte por la Sierra Subbética y al Sur por la Sierra Bética, y constituye una área de morfología bastante plana de aproximadamente 22 Km de longitud por 8 Km de anchura, evolucionando entre 530 y 760 metros de altitud. La característica más destacable de la zona viene dada por la presencia de un acuífero detrítico del cuaternario que determina en mayor medida el tipo de uso de la tierra asociada. Los suelos de la Vega son, de forma general, entisoles muy recientes, poco evolucionados y muy profundos (A.Castillo Martín, 1986, 65). En el caso concreto de Santa Fe, los suelos suelen ser francos o franco-limosos, con un pH ligeramente superior a 8. De forma general, el contenido en materia orgánica es bajo (generalmente cercano al 1%); los contenidos en fósforo y potasio varían bastante entre las diferentes parcelas; globalmente, ambos tienden a presentar niveles normales, con tendencia a ser límites ¹. Estas tierras no presentan niveles de salinidad extremos, aunque existe un riesgo de salinización alto debido a las aguas empleadas para el riego (C3-S1 en la clasificación Riverside).

¹ Los datos que permiten tales conclusiones, en todo caso muy imprecisas, proceden del Laboratorio Agrario Regional.

TABLA 1
PROBABILIDAD DE QUE LA MEDIA DE LAS
TEMPERATURAS MAXIMAS SUPERE LOS 30°C

(en %)

Estación	may	jun	jul	ago	sep	oct
Atarfe	6,3	52,0	99,9	100	51,6	1,3
Base Aérea		68,0	100,0	100	27,0	
La Cartuja		67,0		100	32,6	

Fuente: Atlas Agroclimático de España.

Para un mínimo acercamiento al clima hemos utilizado los datos del Atlas Agroclimático de España (1986). La situación en latitud y longitud, así como el hecho de que la Vega esté rodeada de montañas son responsables de la existencia de una gran amplitud térmica, que se traduce en altas temperaturas en verano y en un alto riesgo de heladas, lo que se puede apreciar en las tablas 1 y 2 respectivamente. En definitiva, las temperaturas se caracterizan por: a) alto riesgo de heladas hasta abril incluido; b) un invierno largo y frío; c) un verano largo y caluroso; y d) escasa duración de las estaciones intermedias.

TABLA 2
PROBABILIDAD DE QUE LA MEDIA DE LAS TEMPERATURAS
MINIMAS REBASE LOS 0°C

(en %)

Estación	ene	feb	mar	nov	dic
Atarfe	45,5	15,9	1,3	11,1	38,6
Base Aérea	18,9	9,2			9,5
La Cartuja		6,0			1,3

Fuente: Atlas Agroclimático de España.

TABLA 3
CLASIFICACION DE PAPADAKIS PARA SANTA FE

Tipo de invierno	Tipo de verano	Régimen de humedad
Av	G/O	Me

Fuente: Atlas Agroclimático de España

Por otro lado, los datos del Atlas Agroclimático de España establecen una precipitación media en torno a los 390 litros, que se distribuye mayoritariamente entre noviembre y abril, sumando más del 70% de las precipitaciones. Existe sin embargo una gran variabilidad interanual, que se pone de manifiesto en la frecuencia con que se suceden los años de sequía, cuestión esta común al conjunto de Andalucía. De acuerdo con la síntesis que ofrece la clasificación agroclimática de Papadakis, Santa Fe se definiría por las características recogidas en la tabla 3, que alude a la combinación de las influencias continentales y atlánticas.

TABLA 4
EVOLUCIÓN DE LOS USOS DEL SUELO. 1752-1991

(En hectáreas)

Uso	1752	%	1856	%	1904	%	1991	%
Riego Constante	288	7.5	1204	31.2	1333	34.5	2591	67.1
Riego Eventual	1281	33.2	534	13.8	464	12.0	—	—
Secano	1128	29.2	1225	31.7	1239	32.1	691	17.9
Sup. Cultivada	2697	69.9	2963	76.8	3036	78.6	3282	85.0
Dehesa/pastos	360	9.3	166	4.3	93	2.4	—	—
Pinar	—	—	—	—	—	—	210	5.4
S.A.U	3057	79.2	3129	81.1	3129	81.1	3492	90.5
Uso urbano	*		*		*		149	3.8
Otros	803	20.8	731	18.9	731	18.9	219	5.7
Superf. Total	3860	100.0	3860	100.0	3860	100.0	3860	100.0

Fuente: Para 1752 el Catastro de Ensenada; para 1856, el Amillaramiento de la Riqueza Rústica y Pecuaria de ese año; para 1904, la "Contestación al cuestionario agrícola remitido por el Gobernador Civil"(A.M.S. Caja 391, doc.1); y para 1991, los datos corregidos de la Cámara Agraria de Santa Fe.

* Los datos correspondientes al uso urbano se incluyen dentro de "otros".

Desde el punto de vista sociodemográfico, el agroecosistema ha sufrido a lo largo de los últimos doscientos cincuenta años un continuado proceso de intensificación productiva, cuyos dos vectores fundamentales han sido: por un lado, la constante expansión de la actividad agrícola a costa de otros usos del suelo, y por otro la reconversión de los secanos y las tierras insuficientemente regadas en explotaciones de regadío. La tabla 4 muestra la evolución de los distintos usos del suelo. Como consecuencia de ello, los rendi-

mientos por unidad de superficie no han dejado de crecer, gracias no sólo a la utilización del agua y fertilizantes, sino también a la introducción de nuevas rotaciones de cultivo más productivas, aunque menos eficientes desde el punto de vista ecológico. Como veremos dentro de un momento, primero fue la especialización del agroecosistema en la producción de lino y cáñamo, después de la remolacha, después del tabaco, todo ello acompañado de la permanencia a través de la historia del cultivo del trigo y de las hortalizas.

Gracias a ello, la población humana se ha podido multiplicar por cinco a lo largo de los dos últimos siglos y medio, con unas consecuencias que podemos calificar de negativas. Hasta los inicios, a comienzos del siglo XX, de la transición hacia el ciclo demográfico moderno, la dinámica de la población fue cortada periódicamente por fuertes epidemias y ralentizada por una considerable mortalidad infantil. La manipulación del agroecosistema santafesino permitió la multiplicación de la especie humana, que si no creció más fue por la tardanza en controlar los predadores naturales que la diezmaron: los gérmenes patógenos que se cebaban especialmente en los niños y que periódicamente provocaban gran mortandad entre la población. Cuando las mejoras en la medicina consiguieron su control, el crecimiento humano no encontró más obstáculo que la propia voluntad de autocontrol. En otras palabras, cada vez que por diversas razones la capacidad de sustentación se vio incrementada por transformaciones institucionales y tecnológicas (*agricolización*, nuevas rotaciones, introducción de la fertilización química, mecanización, etc.), la población pudo crecer y aumentar su consumo exosomático.

A pesar de ello la dinámica social del agroecosistema se ha caracterizado por su constante falta de equidad en la distribución de la renta agraria. A lo largo de el tiempo se ha mantenido una estructura de la propiedad, que las reformas liberales no consiguieron sino reforzar, donde el rasgo más sobresaliente ha sido la coexistencia de un puñado de grandes propietarios con un numeroso grupo de pequeños al borde de la subsistencia. Los grandes han formado parte, incluso, de la burguesía agraria granadina desde mediados del siglo XIX. La apropiación privada de la tierra no ha impedido, sin embargo, el acceso de un segmento muy

importante de la población al cultivo directo de la tierra, ya sea en arrendamiento o, más recientemente, en aparcería. En esto Santa Fe se aleja de las pautas comunes a la Andalucía latifundista.

Conforme fueron aumentando los rendimientos, las explotaciones han ido fragmentándose para dar cabida a labradores con fincas cada vez más pequeñas y, por tanto, cada vez más numerosos. A ello debe añadirse la alta demanda de mano de obra que la naturaleza de los cultivos y la dificultad para mecanizar las labores han procurado. Un número de jornales entre 200 y 240 por año marca la diferencia entre éste y otros sistemas agrarios de Andalucía a lo largo de sus historia. No debe extrañar que la conflictividad social haya sido mínima, a pesar de tener siempre un número muy importante de asalariados del campo entre su estructura social, y cuando el conflicto ha sido inevitable, la negociación ha primado sobre la protesta. En todo caso, la desequilibrada distribución de los recursos, principalmente de la tierra, ha constituido siempre un factor de inestabilidad potencial del agroecosistema. Tanto la acumulación de recursos, que ha sido el objetivo de la burguesía agraria, como la búsqueda de la supervivencia por parte de los campesinos, han sido las motivaciones fundamentales que, en un contexto de economía de mercado, han impulsado las transformaciones agrarias y la degradación ambiental.

2. LA AGRICULTURA ORGÁNICA TRADICIONAL A MEDIADOS DEL SIGLO XVIII

Para caracterizar el estado del agroecosistema en el punto de partida hemos tomado como base la documentación histórica proporcionada por el Catastro del Marqués de la Ensenada y los inventarios *postmortem* de varios propietarios y labradores de la zona. Su utilización resulta especialmente idónea por referirse al período inmediatamente anterior a la llamada “Primera Revolución Agrícola” de la Vega granadina (M.Ocaña, 1974). Por ella hemos sabido que Santa Fe contaba entonces con una población de 2384 habitantes ocupada principalmente en la producción agrícola. A dicha actividad dedicaba el 70% de la superficie del término municipal. El resto se repartía entre el casco urbano, una

dehesa boyal para el pasto del ganado y unos terrenos baldíos en las riveras del Genil y sobre todo de El Salado, parte de los cuales se anegaban por las frecuentes avenidas.

De los cálculos que hemos hecho sobre la distribución de los usos del suelo se desprende un cierto equilibrio. En efecto, la producción intensiva ² ocupaba el 10,7% de la superficie agrícola en régimen de riego constante a partir del sistema hidráulico diseñado por los musulmanes con escasas modificaciones. El cultivo era anual, sin ningún tipo de descanso en el que, sin embargo, no eran frecuentes todavía los segundos frutos. A pesar de la relativa disponibilidad de agua, se practicaba una rotación de cultivos que pretendía optimizar el uso de los factores de producción. Dicha rotación venía a ser la siguiente:

Habas—trigo (2ª cosecha de mijo)—lino—trigo.

Melones (2ª cosecha de mijo)—trigo—trigo—lino.

Aunque las habas cumplían una función fertilizadora indispensable —al contrario de su escaso rendimiento económico— al fijar nitrógeno, la ausencia del barbecho obligaba a fertilizar estas tierras con estiércol. El estercolado se solía hacer calculando por partes iguales la cantidad que cada fruto consumía en los cuatro años de rotación. Se comenzaba normalmente estercolando con una dosis media de 3 carros con el primer fruto que solía ser de habas o melones y no se volvía a estercolar hasta el inicio del ciclo siguiente.

La producción “semiintensiva” ocupaba a su vez el 46,26% y correspondía a tierras que podían regarse sólo eventualmente. Los cultivos principales eran la viña, el olivar y sobre todo el trigo, labrado en régimen de año y vez con barbecho blanco. Según Benito Ventué (1885,193), el “riego eventual” calificaba aquellas tierras a las que no alcanzaba el agua más que en determinados momentos del año. Durante el verano no recibía agua alguna y sólo podían regarse en primavera y otoño. Ello determinaba que no pudieran sembrarse segundos frutos ni cultivos veraniegos como el lino o el cáñamo, que componían la rotación tradicional.

² Consideraremos como producción “intensiva” la que se daba sobre terrenos cultivados año tras año sin descanso y con la posibilidad de obtener segundos frutos anuales; ello era posible gracias a que podían regarse sin problemas, especialmente en el verano, cuando más se necesitaba el agua en un clima tan seco como el de la Vega de Granada.

Estas tierras eran adecuadas, por tanto, para la viña y el olivar y para los cereales de invierno, que al no poderse repetir año tras año determinaban su cultivo en régimen de año y vez. Más que del agua en sí, el paso de estas tierras a riego constante dependió en un primer momento de la acometida de obras de canalización de las aguas superficiales y de los alumbramientos naturales, en los que un ayuntamiento muy endeudado debía cooperar con labradores y propietarios ³. En las tierras donde la eventualidad era mayor, las más alejadas de las acequias de riego, se establecía una rotación de 2/3 de trigo 1/3 de habas con un año de descanso.

Finalmente, la producción extensiva, correspondiente a las tierras que no podían regarse por encontrarse a mayor altitud, se dedicaban mayoritariamente al cultivo de cebada para forraje de los animales de labor en régimen de rotación al tercio, es decir: cebada—erial—barbecho blanco. Idéntica función cumplía la dehesa, compuesta de 360 hectáreas de pasto en la zona más alta del pueblo. Se solía aprovechar por los vecinos por igual, sirviendo de complemento a la alimentación del ganado doméstico, de labor y renta, durante el invierno. En el verano, la derrota de mieses hacía posible el pastoreo en las tierras de labor.

³ Por ejemplo, a comienzos de la década de los noventa del siglo pasado se construyó el "Canal de Isabel la Católica" que llevaría las aguas procedentes del alumbramiento natural del mismo nombre. Los gastos de construcción fueron sufragados entre la corporación municipal y los labradores. Vid A.P.N. Escribanía de D.Francisco Cerezo Requena. Año de 1984, Tomo único, folios 962 y ss.

TABLA 5

GRADO DE MERCANTILIZACION DE LA PRODUCCION. (1752)

Componentes	Pequeñas Explotaciones	Medianas Explotaciones	Grandes Explotaciones	Comunidad
Semillas	Finca	Finca	Finca/pósito	Local
Animales de labor	Mercado local	Finca/merc.local	Finca	Local
“ de renta	—	Dehesa/rastrojos	Dehesa/rastrojos	Local
“ domésticos	Casa	Casa	Casa	Local
Mano de Obra	Familiar	Familiar/merc.local	Merc.local/exterior	Local/exterior
Estiércol	Casa/merc.local	Casa/merc.local	Finca/casa	Local
Agua	Finca	Finca	Finca	Local
Aperos	Mercado local	Mercado local	Mercado local	Local
Alimentación	Finca/merc.local	Finca/merc.local	Merc.local/exterior	Local/exterior
Forrajes y pienso	Finca/dehesa	Finca/dehesa	Finca/dehesa	Local
Cosecha (destino)	Autocons/merc.local	Mercado local	Merc.local/exterior	Local/exterior

Fuente: Análisis cualitativo de las fuentes (Inventarios Postmortem y Catastro del Marqués de Ensenada).

Por otro lado, tal y como demuestra la tabla 5, el nivel de mercantilización de los factores principales de la producción era realmente bajo y, contrariamente, el nivel de autosuficiencia alto, incluso de autosuficiencia alimentaria. En el nivel de finca no podía darse dicha autosuficiencia, pero existía un alto grado de reutilización de productos y subproductos, ya fuera como semillas, forrajes o fertilizantes; indudablemente la posibilidades aumentaban conforme aumentaba el tamaño de las explotaciones, dado que los grandes labradores disponían de ganado propio y de parcelas de secano para cereales-pienso con que alimentarlos, de tal manera que el estiércol utilizado era producido en el interior de la explotación.

La mayor dependencia de las pequeñas explotaciones de los intercambios locales —fuesen o no mercantilizados, que eso es imposible conocer por ahora dada la carencia de fuentes— en cuanto a los factores de producción (yuntas, estiércol, aperos) se compensaba con un mayor nivel de autoconsumo de la producción y de autoempleo de la mano de obra familiar. En cambio, los grandes labradores se veían obligados a romper su autosuficiencia productiva por la necesidad de vender, ya fuera en Santa Fe o en Granada, gran parte de su producción y por la necesidad de recurrir puntualmente a grandes cantidades de mano de obra.

Como puede verse también en la tabla 5, el grado de dependencia y mercantilización de la comunidad era realmente bajo, dado que la mayor parte de los flujos físicos y monetarios circulaban por el interior de la propia comunidad. Sólo en tres de los 11 parámetros considerados existía cierto intercambio monetario con el exterior que, además, resultaba lógico habida cuenta de que Santa Fe por su alta fertilidad resultaba excedentario en plantas industriales (lino y en menor medida cáñamo) y trigo. El flujo de alimentación proveniente del exterior era producto de la lógica diversificación alimentaria en carne y pescado, dado que el consumo local de cereales, vino y aceite era cubierto con la producción local un año con otro.

Sin embargo, Santa Fe era ya entonces deficitaria en mano de obra, dado el carácter intensivo de una parte de su agricultura, especialmente en el cultivo de plantas industriales muy exigentes en trabajo. Era el único factor de la producción que estaba en parte mercantilizado. Los cálculos realizados para 1752 y que aquí no merece la pena detallar, arrojan un resultado bastante claro al respecto: sin contar más que con los jornales empleados en cada cultivo (excluimos de aquí los trabajos dedicados a reparación y mantenimiento de la red de acequias, producción de estiércol, leño, etc.), la oferta de trabajo alcanzaba para emplear a 666 personas durante 180 días/año con un salario medio de 3rs (que según el Catastro de Ensenada y los inventarios *postmortem* constituía el salario medio usual). Ahora bien, en 1752 Santa Fe disponía de unos 585 activos agrarios (M. Martínez Martín, 1995), siendo incapaz de satisfacer completamente la oferta de mano de obra; debía importarla de los pueblos cercanos para los momentos punta de las labores de siembra y recolección. Ello debió limitar también las posibilidades de una mayor intensificación productiva.

De hecho, como ha demostrado la tesis doctoral de David Martínez (1994), la escasez relativa de mano de obra se tradujo en estrategias por parte de los grandes labradores para asegurarse la necesaria: desde relaciones de patronazgo y clientelismo hasta la generalización y persistencia que tuvo el arrendamiento y que de seguro contribuyó a mantener un gran número de pequeños campesinos en Santa Fe. Esta afirmación es producto de la constatación de la falta de dinamismo de la población prácticamente hasta

comienzos del siglo XX, dando lugar periódicamente a la recepción de inmigrantes. Esta falta de dinamismo explica, incluso, que la ampliación de la superficie cultivada y de los regadíos no fuera más rápida.

¿Pero, cuál era el grado de sustentabilidad de este tipo de organización de la actividad agraria? En principio parece que alto, dado que, desde el punto de vista ambiental, existía un cierto equilibrio entre los diversos usos agrarios del suelo ⁴, que hacía posible que cada trozo de tierra, dedicándose a un aprovechamiento específico, pudiera satisfacer las necesidades generadas por los otros. Téngase en cuenta que la economía santafesina de entonces era una economía “orgánica”, que necesitaba por tanto cantidades determinadas de suelo para que las plantas pudieran actuar como convertidores de la energía primaria fundamental, la solar. El crecimiento del potencial productivo dependía en este tipo de economías del equilibrio entre los distintos usos y, por tanto, de la tierra disponible. Hasta la llegada de tecnologías ahorradoras de tierra, en primer lugar los abonos químicos, no comenzó la *emancipación* de la producción agraria de la *tiranía del territorio*.

2.1. Metodología

Para verificarlo, hemos intentado valorar la capacidad del agroecosistema para reponer los nutrientes exportados con la cosecha. Para nosotros, un sistema agrario sustentable es aquel que mantiene un ciclo de nutrientes balanceado. Evidentemente, esta no constituye la única variable que define la sustentabilidad, pero quizá es la más importante. Por tanto, desde nuestra perspectiva histórica, lo fundamental no ha sido tanto el valor absoluto entre aportaciones y pérdidas como la razón entre ambas en su dimensión evolutiva. La ecuación básica en la que nos hemos basado ha sido: aportaciones = exportaciones. Pero antes de entrar en el balance, veamos cómo hemos realizado los cálculos y cuáles han

⁴ No hemos tenido en cuenta aquí las necesidades de leña para combustible y madera para construcción y aperos puesto que carecemos de datos precisos; no obstante, la temprana presencia del chopo en la riveras (cuyo aprovechamiento era municipal y comunal y cuyo uso cumplía más la función hidráulica de regular el cauce del Genil que producir madera) y del olivar en las tierras de riego eventual proporcionaban grandes cantidades de leña.

sido los pasos dados. El elemento del que hemos partido ha sido del subsistema compuesto por el conjunto de los suelos cultivados de regadío, que como hemos visto constituye el centro de toda la actividad agraria. En este subsistema, las aportaciones de nutrientes provienen de: a) las enmiendas orgánicas; b) los residuos de cosecha; c) de la meteorización de la roca madre; d) de la mineralización de la materia orgánica; e) de la fijación simbiótica del N por *Rhizobium*; f) de la fijación libre de N; y g) de las aguas de riego. Y las pérdidas de nutrientes se producen principalmente por: a) volatilización; b) lavado y erosión; c) reorganización y retrogradación; y d) por el consumo de los cultivos.

La medición de cada uno de estos elementos constituye una tarea fundamental para verificar los términos de la citada ecuación. Desgraciadamente, muchas de las variables no se conocen lo suficiente como para conseguir una medición exacta. Hemos optado entonces por simplificar el sistema. En primer lugar, hemos despreciado la aportación por meteorización y erosión de zonas más altas, dado que su valor es sin duda muy bajo en comparación a las demás aportaciones. En segundo lugar y dadas las dificultades de encontrar los valores adecuados, hemos preferido restar al consumo de los cultivos los residuos de cosecha, quedando un factor que representa las exportaciones netas de los cultivos (granos, pajas...) y que es el que contemplaremos.

A pesar de estas simplificaciones la ecuación sigue siendo compleja. Una posibilidad metodológica consiste en atribuirle *a priori* unos valores a las variables. Sin embargo, creemos que este procedimiento puede dificultar el estudio más que facilitarlo. Por ello, compararemos en primer lugar las aportaciones por estiércol y leguminosas con las extracciones de los cultivos; el resultado de esta comparación se matiza posteriormente por los demás elementos. Dado que esta ha sido nuestra opción metodológica, el estudio del agroecosistema en su conjunto requiere 3 etapas. La primera consiste en determinar las extracciones totales de nutrientes para las rotaciones características de cada época. Posteriormente, se calcula el volumen del estiércol necesario para suplir esas necesidades, y se estima la capacidad de la cabaña ganadera para producir ese volumen. Para completar este estudio, es preciso pasar por una tercera fase que consiste en valorar si la pro-

ducción de alimento del agroecosistema permite mantener dicha cabaña.

Para no complicar sobremanera el estudio, nos hemos limitado a examinar los flujos de nitrógeno, fósforo y potasio (en adelante N, P, y K). Pero antes de iniciar el desarrollo práctico de los cálculos, es fundamental presentar los datos básico que hemos utilizado para ello.

a) Extracción de nutrientes.

La tabla 6 muestra las valoraciones realizadas por varios autores respecto a las extracciones de los cultivos comprendidos en la rotaciones predominantes hasta comienzos del siglo XX.

TABLA 6
EXTRACCIONES DE LOS CULTIVOS

Cultivo	N	P	K	Nota	Fuente
Trigo	28	14	26	UF/t grano	1
	24	12.5	17	Kg/t grano	2
	24-30	9-15	20-35	Kg/t grano	3
Remolacha	42	15	58	Kg/10t raíz	4
	42	17.8	87.86	Kg/10t raíz	5
Lino	30-60	50-75	50-75	recomendaciones	6
	30	100	180	recomendaciones	7
	15-30	25-50	25-90	Kg/t fibra	8
Cáñamo	150	100-125	100	recomendaciones	9
	110	40	85	necesidades	10
Habas	60	17	45	Kg/t grano	11
	62.5	17.5	40	Kg/t grano	12
	60	17	45.5	Kg/t grano	13

Fuente: 1. A.Guerrero (1987,79); 2. Laloux et Al. (1980,222); 3.L. López Bellido (1991,141); 4. A.Guerrero (1987,273); 5. Prats (1970) y J.V.Maroto Borrego (1989); 6. A.Guerrero (1987,516); 7. A.Gros (1992,307); 8. Institute Technique Agricole du lin (1993); 9. A.Guerrero (1977,226); 10. Ibidem; 11. A.Guerrero (1987,550); 12. Moule (1972) y J.V.Maroto Borrego (1989,535); 13. A.Guerrero (1983,137).

Dada el amplio rango de variación de los valores recogidos para un mismo cultivo, hemos decidido hacer nuestros cálculos

tomando en cuenta los dos valores extremos, que son los recogidos en la tabla 7.

TABLA 7
VALORES MÁXIMOS (M) Y MÍNIMOS (m) DE EXTRACCIONES DE LOS CULTIVOS

Cultivo	N		P		K		Nota
	m	M	m	M	m	M	
Trigo	24	30	9	15	17	35	Kg/t de grano
Remola.	42	42	15	18	58	88	Kg/10t raíz
Lino	15	30	25	50	25	90	Kg/t de fibra
Habas	60	62	17	17	40	45	Kg/t de grano
Cáñamo	110	110	40	125	85	100	Kg/t de fibra

La fijación de N por la habas se valora, según las fuentes bibliográficas, entre 59 y más de 200Kg/Ha. Utilizaremos aquí un valor mínimo de 100 Kg/Ha de N fijado y un máximo de 130.

b) Volumen de estiércol

El conocimiento de la composición del estiércol, en especial su contenido en N,P y K, resulta fundamental para nuestro estudio. La tabla 8 recoge este dato según diversas fuentes bibliográficas. Al igual que en el caso de las extracciones, los datos son muy aproximativos. En cualquier caso podemos llegar a un conocimiento muy exacto sobre el estiércol, dado que desconocemos casi por completo su manejo ⁵.

⁵ No podemos valorar con exactitud la relación C/N, ni el volumen de las pérdidas por el propio manejo, etc...

TABLA 8
CONTENIDO DE N,P,K DE VARIOS ESTIÉRCOLES
SEGÚN DIVERSAS FUENTES

(en %)					
	N	P	K		Nota
Vacuno	0.55	0.25	0.54	1	%MF-esti.normal
	0.5	0.24	0.62	1	%MF-esti.fluido
	0.6	0.3	0.7	2	%MF-esti.hecho
	0.5	0.2	0.5	2	%MF-esti.fresco
	1.14-2.99	0.27-1	0.75-2	3	%MS
	0.3-0.6	0.1-0.3	0.3-0.7	4	
	0.34	0.28	0.53	5	%MF
Porcino	4.5	2.3-3	3	1	%MF
	0.6	0.6	0.4	2	%MF-esti.hecho
	0.6	0.4	0.3	2	%MF-esti.fresco
	1.92-3.98	0.52-2.02	0.31-1.60	3	%MS
	0.4-0.6	0.2-0.6	0.4-0.6	4	
	0.45	0.19	0.6	5	%MF
Caballar	0.5-0.7	0.2-0.3	0.7	4	
	0.58	0.28	0.53	5	%MF
Indiferenciado	0.4-0.8	0.16-0.3	0.5-0.7	5	%MF
	0.4	0.25	0.55	6	

Fuente: 1. anónimo; 2. N. Lampkin (1990,87); 3. J.F. Parr, D. Colaccio (1987); 4. C. Castille (1986); 5. P. Urbano Terron (1989); 6. A. Gros, A. Domínguez Vivancos (1992).

Puesto que las rotaciones que vamos a analizar se cultivan en terrenos de regadío, las aportaciones de nutrientes que valoramos procedían de un estiércol especialmente conservado para ello. Por esta razón, no hemos considerado el estiércol de oveja y de cabra, habida cuenta que la mayoría se repartía durante el pastoreo. En cambio, los bueyes, las mulas y los cerdos se criaban en cuadra, y la mayor parte de sus deyecciones podían utilizarse para un estercolado dirigido. Por otra parte, desconocemos por completo la producción de aves de corral, y de gallinaza. En consecuencia, hemos decidido considerar para nuestros cálculos un “ estiércol medio “ compuesto de estiércol caballar, porcino y bovino. La tabla 9 recoge las composiciones de esos estiércoles que finalmente aceptamos.

TABLA 9
CONTENIDOS DEL ESTIERCOL EN N,P,K

(en %)	N	P	K
Caballar	0.6	0.3	0.6
Bovino	0.5	0.25	0.5
Porcino	0.45	0.4	0.5

En una memoria agronómica de mediados de los años ochenta del siglo pasado (B.Ventué, 1885) pudimos encontrar una valoración para la época del estiércol producido por cada tipo de animales. Comparando estos datos con los datos actuales (tabla 10) hemos optado por aceptar los primeros como base. A tenor de la composición de la cabaña ganadera de Santa Fe durante el siglo pasado, se puede deducir que el estiércol medio utilizado tenía un 47 % de estiércol caballar, un 30 % de bovino y un 23 % de porcino. La composición del estiércol medio debió ser pues: 0,54% N; 0,31% P; 0,55% K (sobre materia fresca).

TABLA 10
**PRODUCCION DE ESTIERCOL EN KGS
SEGUN DIVERSAS FUENTES**

Ganado	1	2	3	4
Mulo	5625			
Caballo	6375			6000-7500
Asno	4125			
Potro	3187			
Buey	9325	8000-19425	6935-10220	
Vaca		11500-19500		14000-16000
Cerdo	900	1095-4380	730-5475	900-1400

Fuente: 1:B.Ventué (1885,92); 2: anónimo; 3: N.Lampkin (1990,87); 4: P.Urbano Terron (1989).

c) Aportación del estiércol a los cultivos

Las fuentes históricas consultadas expresan la cantidad de estiércol aportada a los cultivos en *carros por marjal* y no en kilo-

gramos por hectárea. Ello nos ha obligado a calcular el peso del carro, puesto que ninguna de las fuentes ofrece datos para la conversión. Ante la imposibilidad de determinarlo con exactitud, hemos optado por definir un peso máximo y un peso mínimo. A tal efecto, hemos utilizado cuatro vías distintas. En primer lugar, las fuentes orales consultadas situaban el peso del carro en torno a 800-1000kg. Si tenemos en cuenta que los carros eran arrastrados por una pareja de bueyes o de mulos, esta valoración parece exagerada. En segundo lugar, disponemos de la estimación que realizara Benito Ventué (1885,82) a finales del siglo pasado y que fijaba el peso del carro en torno a 600kg.

En tercer lugar, hemos realizado una estimación por nuestra cuenta a partir de la cubicación de un carro de los que se utilizaban entonces y que hemos podido localizar en Santa Fe. El resultado arroja una cabida, colmo incluido, entre 1 y 1,5 m³. Carecemos de fuentes bibliográficas para averiguar la masa volúmica de estiércol de buey o mulo en las condiciones de manejo de Andalucía. Los datos con que contamos proceden en general de regiones más húmedas, por lo que hemos considerado que la masa volúmica debió ser menor (menos humedad y menos cama). Sobre la base de la información aportada por Urbano Terrón (1989), hemos llegado a una cifra de 450g/l como la más probable. En consecuencia, el carro podía contener entre 450 y 675 kg de estiércol.

La cuarta vía ha sido semejante. El *Reglamento de Mejoras*, especie de convenio entre arrendadores y arrendatarios que regulaba los contratos y las indemnizaciones al vencimiento de estos, ofrece información precisa sobre el contenido de cada carro de estiércol, medido en *espuertas*: cada carro contenía unas treinta. Una vez localizada una de ellas, procedimos a su cubicación, que arrojó un valor en torno a los 40 litros, lo que supondría un volumen de estiércol por carro de 1,2 m³, correspondientes a 540 kg de estiércol. En vista de los resultados obtenidos por las tres últimas vías, bastante semejantes, hemos establecido un peso mínimo de 500 Kg por carro y otro máximo de 600 Kg.

Hemos trabajado, pues, con estimaciones máximas y mínimas a la hora de confeccionar los balances definitivos. Con el fin de profundizar en la discusión, decidimos contemplar las diferencias entre las extracciones mínimas y las aportaciones máximas, por un lado,

y entre las extracciones máximas y las aportaciones mínimas, por otro lado. Con ello, hemos obtenido dos tipos de resultados: un balance que infravalora las diferencias, y otro que las sobrevalora.

2.2. Balance de nutrientes

Como vimos más arriba, la rotación dominante en 1750 era: habas- trigo-lino-trigo. Según las respuestas generales del Catastro de Ensenada y los inventarios postmortem consultados, el rendimiento medio de estos cultivos era el siguiente: el trigo producía unos 24 hl/ha, las habas 23 y el lino alcanzaba unas 24 arrobas por hectárea. Si los convertimos a unidades del sistema internacional ⁶, los rendimientos serían los siguientes:

trigo: 1,8 t/ha.

habas: 1,8 t/ha.

lino: 0,3 t/ha.

Si tenemos en cuenta, además, que la dosis media de estiércol aplicada al comienzo de la rotación ascendía a 3 carros, es decir 35.100 kg/ha. de aportación máxima y 29.500 kg/ha. de aportación mínima, el balance sería el expresado en la tabla 11. Como puede apreciarse, la cantidad de N aportada superaba aparentemente las necesidades de la rotación. No obstante y para ser exactos, deberíamos haber supuesto que el estiércol se descompone de forma logarítmica, liberando el primer año la mitad de los nutrientes. De haber tenido información acerca del rendimiento diferencial de los cultivos según el lugar en la rotación, podríamos haber afinado más el balance. Pero dado que no tenemos tales datos, hemos supuesto en los cálculos que el estiércol libera los nutrientes de forma constante a lo largo de toda la rotación. En todo caso, si a los resultados añadimos el aporte proporcionado por las aguas residuales de Granada-capital, utilizadas para riego, y por fijación libre, llegaremos a la conclusión de que debió existir un excedente muy importante de N.

⁶ Para ello hemos utilizado las siguientes unidades de conversión:

1 hl de trigo= 76 kg.

1 hl de habas= 80 kg

1 arroba de lino= 12,56 kg.

TABLA 11

BALANCE DE NUTRIENTES PARA LA ROTACION DE 1750

Exportación	Estimación mínima			Estimación máxima		
	N	P	K	N	P	K
Trigo	86	32	62	108	54	126
Habas	108	31	72	112	31	81
Lino	4	7	7	9	15	27
Aportación	Estimación máxima			Estimación mínima		
	N	P	K	N	P	K
Fijación	130	0	0	100	0	0
Esti. 600Kg	190	109	193	190	109	193
Esti. 500Kg	158	91	162	158	91	161
Diferencia	Infravalorado			Sobrevalorado		
	N	P	K	N	P	K
Esti. 600Kg	122	39	52	61	9	-47
Esti. 500Kg	90	21	20	29	-9	-73

Fuente: Elaboración propia.

Esto no tiene por qué significar que se produjera un lavado importante. Por una parte, la siembra del trigo a finales de otoño permitía un cierto control, puesto que las épocas de más lluvia siguen a las épocas de mayor consumo de N por el cultivo. En el tercer año de la rotación, el lavado tampoco debía ser muy importante: existía una población de malas hierbas que podían utilizar el N, dado que disponían también de los demás elementos nutritivos. Con esta práctica se alcanzaban dos objetivos: asegurar el reciclaje del N y cortar el ciclo de las malas hierbas de germinación otoñal que podían competir con el trigo. En definitiva, el cálculo realizado —desde luego bastante aproximativo— sugiere varias conclusiones: en primer lugar, que la disponibilidad de macronutrientes no parecía constituir un factor limitante para esta rotación, tal y como estaba diseñada; en segundo lugar que, al contrario de lo que suele mantener la historiografía para los sistemas agrarios tradicionales, el N no era más limitante que el P y el K; y finalmente, que la rotación permitía un manejo de las malas hierbas que hacía posible la conservación de los nutrientes en el agroecosistema.

¿Pero, de dónde provenían los nutrientes aportados? En este período de tiempo que estudiamos, es decir, a mediados del siglo XVIII provenían en su integridad del propio agroecosistema, que de esa manera permanecía balanceado. Para verificarlo hemos calculado las necesidades totales de estiércol por año: hemos multiplicado las 288 has. de

riego constante que existían y donde se practicaba esta rotación, por la dosis media aplicada según el peso mínimo y máximo de cada carro; todo ello dividido por los cuatro años de duración de la alternancia de cultivos. Así hemos obtenido las siguientes necesidades de estiércol:

Máximo: 2.462.400 kg

Mínimo: 2.052.000 kg

En la tabla 12 hemos calculado la producción anual de estiércol de la cabaña ganadera de Santa Fe en 1752 de dos maneras: una, considerando el estiércol producido por la cabaña de acuerdo con las estimaciones que hiciera en 1885 el propio Benito Ventué de la producción anual por cada tipo de cabeza de ganado; y otra, descontando el estiércol producido por cabras y ovejas en razón de su estancia en rastrojeras y pastos de la dehesa y barbecheras la mayor parte del día. En el primer caso, la carga ganadera de la comunidad proporcionaría unos 5450 carros (entre 2.725 y 3.270 Tm), un tercio más de las necesidades. En el segundo, quizá más probable por la fecha, el resultado sería de 4548 carros (entre 2.274 y 2.728 Tm), un 10% superior a las necesidades. Quiere ello decir que la cabaña ganadera producía lo suficiente, incluso con cierto exceso, para subvenir a las necesidades de abono orgánico para el cultivo intensivo. Existía, pues, un cierto margen para la expansión de la superficie regada de manera constante, ya que el estiércol no parecía constituir un factor limitante.

TABLA 12

CARGA GANADERA Y PRODUCCION DE ESTIERCOL. (1752)

Nº Cabezas	Nº Unidades	Estiércol Kgr/cabeza	Estiércol Total Kgr.
Mular	51	5.625	286.875
Caballar	114	6.375	726.750
Asnal	25	4.125	103.125
Potros	4	3.187 *	12.748
Vacuno	79	9.325	736.675
Ovino	1.413	300	423.900
Caprino	298	375	117.750
Cerda	625	900	562.500
	2.609	-	3.270.323

Fuente: El nº de cabezas se ha extraído del resumen de las respuestas particulares del Catastro del Marqués de Ensenada; la producción por cabeza lo ha sido de la tabla de equivalencia que para 1885 estableció Benito Ventué, pgs. 92 y ss.

* Se ha calculado la mitad de lo producido por una cabeza de ganado caballar adulta.

La suficiencia de estiércol se puede comprobar indirectamente a través del precio de cada carro. En los años inmediatamente anteriores (1748-1752) al Catastro de Ensenada, el carro de estiércol costaba 5 reales por término medio, en tanto que el porte sólo lo encarecía en un real más. En relación a otros, el estiércol representaba un coste menor cuyo precio en realidad no contenía renta de escasez ninguna —cosa que ocurriría más adelante— y estaba formado fundamentalmente por el coste derivado del cuidado y alimentación del ganado y por el coste de confección (volteo) y carga. El escaso precio del transporte sugiere además que las distancias recorridas para su adquisición o carga no eran muy grandes. Los inventarios *postmortem* hablan de dos localizaciones lógicas de los estercoleros: en primer lugar en los corrales de muchas de las casas del casco urbano, recogido y transportado por un personal especializado y llamado “bolicheros”; y en segundo lugar en las cuadras de las medianas y, sobre todo, grandes explotaciones, situados en los secanos para no ocupar tierra de riego y para estar más cerca de los rastrojos y de la producción de cebada.

Ahora bien, el mantenimiento de la cabaña ganadera, indispensable tanto para el aporte de nutrientes como para la prestación de trabajo animal, obligaba a mantener una gran cantidad de tierra dedicada a la producción de forrajes y pastos. No hemos podido realizar un cálculo preciso de la cantidad de tierra necesaria por carecer de detalles suficientes sobre el desglose de alimentación animal, tanto de bueyes como de ganado caballar. Desconocemos también la capacidad de pastoreo de la dehesa y las cantidades necesarias para la alimentación de cabras y ovejas, puestos que no existe noticia alguna al respecto. No obstante se puede hacer un cálculo aproximativo teniendo en cuenta sólo el ganado de labor.

TABLA 13
NECESIDADES DE PIENSO Y FORRAJE DEL
GANADO DE LABOR. 1752

Tipo de Ganado	Kg de Cebada Año/cabeza	Nº Cabezas	Total Necesidades. En Kg
Mular	1200	51	61.200
Caballar	1200	114	136.800
Asnal	1200	25	30.000
Potros	600	4	2.400
Vacuno	960	79	75.840
Total	-	273	306.240

Fuente: El nº de cabezas se ha extraído del resumen de las respuestas particulares del Catastro del Marqués de Ensenada. Las necesidades en kg de cebada o equivalentes se han sacado de la Cartilla Evaluatoria correspondiente a 1887.

Según la Cartilla Evaluatoria de 1887, el ganado mular (que aquí asimilamos a caballos y asnos) necesitaba unas 37,5 fanegas (1200 kg) de cebada al año o equivalente en otro tipo de granos y pajas. Unas 30 fanegas (960 kg) necesitaría cada cabeza de ganado bovino durante todo un año o equivalente. Consideramos este consumo como similar al de 1750 por no advertir en las fuentes un cambio en la raza considerada. Teniendo en cuenta todo ello y que el rendimiento medio de las tierras de secano —las específicamente dedicadas al cultivo de cebada para forraje— era, según el Catastro, de 5 fanegas de cebada por cada fanega de tierra (336 Kg de cebada por hectárea), llegamos a la conclusión de que las 1.128 hectáreas producían unos 126.336 Kg de cebada, teniendo en cuenta que cada año sólo producía una de las tres hojas en que se dividía el secano por estar cultivado al tercio.

Según muestra la tabla 13, las necesidades del ganado de labor se cifraban en más de 300 toneladas de cebada o similares. Es decir, el secano resultaba insuficiente para alimentar a la citada cabaña de labor. Ello obligaba a sembrar cebada en las tierras irrigadas (unas 52,5 has en 1752 según el Apeo de Marjales) y a incluir en las rotaciones de dichas tierras plantas forrajeras o cereales-pienso como las habas, el mijo y el maíz (unas 94 has), restringiendo, pues, aquella parte de la superficie dedicada a producir trigo panificable o plantas industriales de más fácil y remuneradora salida en el mercado. Sumando lo producido por cada superfi-

cie considerada obtendríamos una cantidad similar a las necesidades; téngase en cuenta que no hemos contabilizado.

TABLA 14
**CALCULO DE LA PRODUCCION DE CEREALES-PIENSO
PARA 1754**

Cultivo	Has. Sembradas	Rend. Kg/Ha	Total
Cebada (secano)	376,0	336	126.336
Cebada (riego)	52,2	912	47.606
Habas	67,7	1661	112.450
Maíz	6,3	1577	9.935
Mijo	20,1	1577	31.698
Total	522,3		328.025

Fuente: Apeo de Marjales de 1754 y Respuestas Generales del Catastro del Marqués de la Ensenada.

Nota: La cifra correspondiente a la superficie de cebada sembrada en el secano es producto de la división por tres del superficie de secano que según el Catastro existía realmente.

la paja de los cultivos cerealícolas que se daba a los animales de labor mezclada con la cebada. En definitiva, parecía existir también un equilibrio entre el espacio forrajero y alimentario, aunque a costa de una ocupación muy importante del suelo. La abundancia relativa de estiércol hubiese permitido una expansión, modesta ciertamente, de la producción intensiva; pero ello hubiera sido a costa de una reducción de la superficie dedicada a la producción de alimento para los animales que hubiese, teóricamente, reducido la cabaña de ganado y consiguientemente el estiércol disponible. Podemos considerar la situación del agroecosistema en 1750 como la de un balance equilibrado entre las distintas necesidades que demandaba la producción agrícola y pecuaria; los usos distintos del territorio estaban perfectamente integrados y dimensionados para satisfacer, de manera autosuficiente, las necesidades alimentarias tanto de los habitantes como de la cabaña ganadera de Santa Fe. El estiércol y las necesidades de tierra para forrajes limitaban, pues, la intensificación del cultivo. Cualquier incremento importante de la superficie regada en régimen intensivo, significaría la rotura del balance y de la integración de los distintos usos del suelo, y lo que es más importan-

te, sólo podría realizarse a costa del subsidio exterior de nutrientes, ya fuera en forma de estiércoles o de alimento para el ganado, lo que obligaría a recurrir más al mercado y mercantilizar en parte el proceso de trabajo agrícola.

En definitiva, el agroecosistema se caracterizaba por lo cerrado de la mayoría de los flujos, la autosuficiencia energética y de materiales prácticamente completa del agroecosistema y su escasa dependencia de la sociedad exterior a la que sobre todo transfería su excedente. No obstante, en su organización socioeconómica se advertía ya una participación significativa en las relaciones de mercado tanto para vender los excedentes como para contratar la mano de obra que faltaba. Esta sensibilidad a los requerimientos del mercado acabaría trastocando más tarde la sostenibilidad del agroecosistema.

3. EL TRIUNFO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA

Superada la crisis de origen epidémico que afectó a Santa Fe durante los años treinta del siglo XIX y recuperado también el crecimiento de los precios agrícolas tras la depresión postnapoleónica, comenzó una nueva expansión de la actividad agrícola que transformó definitivamente el equilibrio agrosilvopastoril existente. El régimen de amortización en sus diversas variantes había impedido hasta entonces el cambio de uso de muchas de las tierras de Santa Fe y, por tanto, había limitado también —junto a los factores ambientales citados en el epígrafe anterior— la citada expansión. De la misma manera, la asignación principalmente jurídico-política de una buena porción de bienes y servicios y las fuertes restricciones impuestas por el régimen feudal a la generalización del mercado mantuvieron más o menos estable la producción agrícola. Sin embargo, la Revolución Liberal eliminó todas las “trabas” e hizo posible la definitiva expansión de ésta. Pero no sólo eso, provocó también que el mercado se constituyera como relación social dominante y subordinante. En otros términos, provocó la mercantilización de la tierra y de los demás recursos naturales.

Medidas como la Desvinculación y la Desamortización contribuyeron, además, a modificar la estructura de la propiedad y

ensancharon el mercado de tierras. Los grandes propietarios de antaño (la nobleza, el clero regular y secular, el ayuntamiento, grandes propietarios forasteros y algunos locales) fueron sustituidos en el disfrute de la propiedad por un grupo significativo de labradores-arrendatarios que acabaron configurando una parte sustantiva de la burguesía granadina (D.Martínez López, 1994). Al mismo tiempo, un grupo numeroso de pequeños arrendatarios pudieron también acceder a la propiedad y en mayor medida a nuevas tierras en arrendamiento que de esa manera se pudieron cultivar más intensivamente (M.Martínez Martín, 1995).

Por otro lado, la ley de cerramientos facilitó la entrada en el mercado de buena parte de los pastos y rastrojos que en adelante se venderían, cuando antes habían sido de aprovechamiento comunal; la rotura del sistema integrado agroganadero comenzaba a consumarse. La protección del mercado interior para los granos a partir de 1820 favoreció la rápida recuperación del precio del trigo y de su crecimiento constante. Si tenemos en cuenta que la tierra estaba ya en buena medida en manos de gentes que pretendían cultivar la tierra para vender sus frutos y no para consumirlos —excepción hecha de los pequeños labradores—, comprenderemos la sostenida expansión que tuvo la producción triguera durante las décadas siguientes.

La superficie agrícola creció a costa de los baldíos y demás tierras no cultivadas; el trigo comenzó a entrar en los secanos y la cebada a retirarse de estos y de los regadíos. Hasta entonces, los contratos de arrendamiento habían establecido restricciones al cambio de uso y sobre todo de cultivo. Pero cuando los labradores compraron las fincas que habían estado labrando, sobre todo los secanos, se sintieron más inclinados a producir trigo, de gran rendimiento en el mercado, que cebada para forraje.

Veámoslo en datos. Los que vamos a aportar se refieren a mediados del siglo XIX, concretamente a 1856, cuando las medidas agrarias de la Revolución Liberal se habían aplicado en su práctica totalidad. La población había conseguido duplicarse en relación a 1752, gracias al proceso inmigratorio de los años 30 primero y al crecimiento natural de la población residente después. La mayor disponibilidad de mano de obra, la abundancia relativa de agua y las condiciones favorables del mercado, hicieron posible

el crecimiento de hasta un 10% de las tierras cultivadas (2963 has, 76,8% de la superficie total) a costa de las tierras incultas, de las ganadas al arroyo del Salado y a la desecación de las tierras pantanosas cercanas al cortijo de El Jau; la dedicación de la nueva cultura fue hacia la producción de cereal-forraje en secano (cebada) y regadío. Pero la transformación más importante consistió en la conversión de las tierras regadas eventualmente en tierras de riego constante. En conjunto la densidad de habitantes por hectárea no llegó a duplicarse (1,64 hab/ha), mientras que la capacidad de sustentación del agroecosistema santafesino se duplicó con creces gracias a esas transformaciones. A primera vista el crecimiento fue intensivo, motivado por un aumento del volumen de la producción muy importante; sin embargo, como veremos, no se vio acompañado con un aumento proporcional de la productividad. De hecho, ni el utillaje ni los procesos de trabajo mismos sufrieron durante estos cien años grandes transformaciones.

La producción intensiva (riego constante) pasó de ocupar el 10% al 40,6% de la superficie cultivada. Pero la intensificación no paró aquí: se produjo una nueva rotación en base a la alternancia de seis cultivos anuales: habas, cáñamo, trigo, trigo, lino y trigo. Paralelamente, se había expandido el cultivo de hortalizas fuera de las rotaciones, eran más frecuentes los segundos frutos y había hecho su aparición la patata. En muchas ocasiones la rotación quedaba rota con la aplicación de una cantidad mayor de estiércol y la repetición del cultivo.

No obstante, y a pesar de aumentar en dos años la rotación, el número de carros por marjal se duplicó, situándose en 6 (entre 3000 y 3600 kg), teóricamente uno por cada fruto. El estercolado por hectárea se elevaba, pues, a una cantidad entre 58.500 y 70.200 Kg. Desde un punto de vista agronómico, la nueva rotación significaba algunos cambios. La pérdida por lavado en el primer invierno podía ser bastante más importante que en la anterior, aún teniendo una cobertura de MH. No se entiende entonces por qué el esquema rotacional no era: habas-trigo-cáñamo-trigo-lino. La explicación más convincente es que la sucesión estuviese diseñada sobre todo para controlar las malas hierbas. En efecto, en la rotación lógica que hemos propuesto son tres los cultivos que tienen idéntico ciclo temporal de cultivo, lo que aumentaría

sobremana la competencia de las malas hierbas. Claro está, esta hipótesis sólo es válida si, como ocurrió realmente, se producía el cultivo de un tercer trigo. En definitiva, la rotación estaba pensada para producir ante todo trigo, que proporcionaba los rendimientos monetarios comparativamente mayores en esa fecha. El lino y el cáñamo ocupaban la función de plantas de escarda. El aumento en los rendimientos del trigo, experimentado con el cambio de rotación, nos confirmaría la validez de nuestra hipótesis en cuanto al control de las malas hierbas. Efectivamente, los rendimientos medios de los años centrales del siglo XIX eran los siguientes:

Trigo:	2,3 t/ha.
Lino :	0,4 t/ha.
Habas:	1,8 t/ha.
Cáñamo:	0,9 t/ha.

La extracción de conclusiones del balance de nutrientes que hemos realizado en la tabla 15, resulta más complicada con respecto al balance anterior. Ello por la importante variabilidad existente entre los valores mínimos y máximos. No obstante cabe señalar el parecido de los valores excesivos de N respecto a la época anterior. En este sentido, podría decirse que esta rotación reducía el exceso de N. Sin embargo, si nos fijamos en los valores calculados con necesidades máximas, vemos que este excedente de N no podía ser absorbido por las malas hierbas al haber un claro déficit de P y K. Por lo tanto, habría un cierto lavado de N. Esta hipótesis se mantiene incluso si aceptamos que los datos de extracción de lino están infravalorados. Por lo tanto, nuestro cálculo sugiere que para esta rotación el N podía constituir un factor limitante del rendimiento, no porque faltan en cantidad absoluta, sino porque se podía perder una cantidad importante por lavado. Una segunda hipótesis basada en la valoración de extracciones máximas, sería que con esta rotación se estaba degradando la fertilidad del suelo.

TABLA 15

BALANCE DE NUTRIENTES PARA LA ROTACION DE 1856

Exportación	Estimación mínima			Estimación máxima		
	N	P	K	N	P	K
Trigo	166	62	117	207	104	242
Habas	108	31	72	112	31	81
Lino	6	10	10	12	20	36
Cáñamo	99	36	76	99	113	90
Aportación	Estimación máxima			Estimación mínima		
	N	P	K	N	P	K
Fijación	130	0	0	100	0	0
Esti. 600Kg	389	223	396	389	223	396
Esti. 500Kg	316	181	322	316	181	322
Diferencia	Infravalorado			Sobrevalorado		
	N	P	K	N	P	K
Esti. 600Kg	140	84	121	59	-45	-53
Esti. 500Kg	67	42	47	-14	-87	-127

Fuente: Elaboración propia.

Acabamos de ver que la aplicación media de estiércol por hectárea se había duplicado con la nueva rotación. Además, el número de hectáreas en la que se practicaba había pasado de 288 a 1204. Un cálculo de las necesidades totales de fertilizante para la producción intensiva las situarían entre 11.438 y 13.725 Tm/año, según que peso le demos al carro. El Amillaramiento de 1856 no ofrece datos más que aproximativos del total de la carga ganadera, siendo significativo que no ofrezca ningunos sobre la existencia de cerdos y otros animales domésticos. Parece obvio que, probablemente por motivos fiscales, la cabaña ganadera estaba infravalorada. Teniendo en cuenta sólo los animales de labor y renta, sin contar por tanto los de granjería, resultarían unos 4164 carros, menos de lo que se producía en 1752; es decir, arrojaría un déficit de fertilizante de gran magnitud.

TABLA 16

CARGA GANADERA Y PRODUCCION DE ESTIERCOL EN 1856

Cabezas	Nº	Estiércol Kgr/cabeza	Estiércol Total Kgr.
Mular	126	5.625	708.750
Caballar	121	6.375	771.375
Asnal	16	4.125	66.000
Potros	20	3.187*	63.740
Vacuno	82	9.325	764.650
Ovino	350	300	105.000
Caprino	50	375	18.750
Cerda	-	900	-
Total	765	-	2.498.265

Fuente: El nº de cabezas se ha extraído del Amillaramiento correspondiente a 1856; la producción de estiércol por cabeza de Benito Ventué, pg. 92.

* Se ha calculado la mitad de lo producido por una cabeza de ganado caballar adulta.

Hemos intentado corregir esta carencia de datos intentando estimar la producción media anual por corral de casa con ganado, prácticamente todas. Por información oral sabemos que cada casa podía producir anualmente el estiércol correspondiente a 2 ó 3 carros. Si tenemos en cuenta que a la altura de 1856 existían en Santa Fe un total de 1.126 viviendas y, suponiendo —lo que es mucho suponer— que todas produjeran un mínimo de 2 carros, se obtendría un total de 2.252 carros y un máximo de 3.378, que sumados a lo 4164 producidos por el ganado de labor y renta arrojarían un total de 7542 carros; es decir, un total comprendido entre las 3.771 y las 4.525 Tm de estiércol, lo que arrojaba un déficit muy importante que seguramente debía de traerse de los lugares circundantes.

En definitiva y a pesar de la grueso de los cálculo, la conclusión es clara: la producción de estiércol de Santa Fe era a todas luces insuficiente para satisfacer las necesidades de fertilizante orgánico que había provocado el crecimiento de la producción intensiva en regadío. Este fenómeno de escasez tuvo su obvia repercusión en el precio. El “Reglamento de Mejoras” de 1851 establecía el precio de cada carro en 16 reales sin transporte; sin embargo, por los inventarios postmortem sabemos que el precio real que pagaba el

labrador ascendía a 22 reales e incluso a 24; el transporte representaba ya una parte apreciable de precio final, habida cuenta de que la distancia a donde había que ir a buscarlo era cada vez mayor. La escasez de estiércol se convirtió en un agente de la mercantilización del proceso productivo, de la integración mercantil de Santa Fe y de la apertura de nuevos mercados.

¿Por qué Santa Fe no poseía entonces más ganado? Como hemos visto, la cabaña ganadera había disminuido en su conjunto respecto de 1752, si bien el ganado de labor había aumentado de manera paralela a la intensificación registrada por la actividad agrícola. Fue el ganado de renta el que disminuyó drásticamente, pasando de las 1711 cabezas entre ovejas y cabras en 1752 a 675 en 1856, dos veces y media menos. Este tipo de ganadería casi se hundió, quizá por dos fenómenos relacionados: la desaparición de la derrota de mieses y del cerramiento de las fincas, obligando a los ganados a pastar en la dehesa o a comprar los rastrojos en el verano, y la competencia con los ganados de labor por el usufructo de pajas y rastrojos.

TABLA 17
**NECESIDADES DE PIENSO Y FORRAJE
DEL GANADO DE LABOR EN 1856**

Ganado	Kg. de cebada por cabeza/año	Nº Cabezas	T o t a l Kg/año
Mular	1200	126	151.200
Caballar	1200	121	145.200
Asnal	1200	16	19.200
Potros	600	20	12.000
Vacuno	960	82	78.720
Total	-	365	406.320

Fuente: El nº de cabezas se ha obtenido del Amillaramiento de 1856. Las necesidades en kg. de cebada o equivalentes se ha sacado de la Cartilla Evaluatoria correspondiente a 1887.

En efecto, el número de cabezas de ganado de labor aumentó de 273 a mediados del XVIII a 365 en 1856, es decir, aumentaron en un 34% aproximadamente. Aumentó también la demanda de cebada y demás forrajes. Estimando las necesidades de la misma

manera que hicimos para 1752, cifraríamos en 406.320 Kg de cebada (12.697,5 fanegas) la cantidad imprescindible para mantener el ganado de labor. Traducida esta cifra en tierra vendría a significar unas 694 hectáreas de secano cultivadas de cebada.

Sin embargo, este cereal había desaparecido casi totalmente de los regadíos. Sabemos además por varias estadísticas municipales de los años 50 y 60 que el trigo ocupaba al menos 100 has. (o sea 300 has.) de las 1225 de secano y comenzaba a desplazar con fuerza a la cebada en base a su mayor rendimiento monetario. El trigo proporcionaba, efectivamente, un rendimiento inferior a la cebada en el secano (poco más de la mitad), pero en compensación se vendía al doble, ofreciendo un margen bruto mayor. Quedaban sólo 300 has. anuales para la producción de cebada. Se explica así que Santa Fe comenzara a ser deficitaria en este cereal-pienso.

La alimentación animal debía ser complementada necesariamente con otros forrajes. Las únicas que podían proporcionar alimento en abundancia eran las habas, cultivo que ocupaba anualmente unas 200 has. y producía unas 360 toneladas; pero son bien conocidas las limitaciones que tenían como alimento sobre todo del ganado de labor. En definitiva, las habas sólo podían paliar el déficit alimentario. De hecho, todas las estadísticas consultadas entre 1850 y 1880 coinciden en señalar que debía importarse cebada. Ello tuvo que limitar fuertemente el número de cabezas al estrictamente indispensable para las labores del campo, limitando a su vez la posibilidad de producir más estiércol y obligando a importarlo de las zonas limítrofes. Apareció entonces el guano para complementar las aplicaciones de fertilizantes en los terrenos dedicados al cultivo de hortalizas, donde su uso era más intensivo. Se avanzaba así en la creación e integración de mercados.

En ese contexto, la estrategia seguida por los grandes labradores y propietarios fue hacerse con una parcela de secano para sembrar cebada y alimentar una cabaña propia. Los pequeños no tuvieron sin embargo esa posibilidad y se vieron obligados a depender del mercado local y comarcal. No obstante el rendimiento por hectárea pasó de 24 a 31 hectólitros (de 1,8 a 2,3 Tm/ha.) de trigo en las zonas de riego constante, es decir, aumentó en un 30% aproximadamente; pero empleando el doble de estiércol para una rotación de 6 años, lo que implicaba un aumen-

to de la aplicación de fertilizante orgánico de un 33% en cada año de la rotación, suponiendo una liberación de nutrientes por igual a lo largo de toda la rotación. De esa manera, el índice de eficiencia en los rendimientos por unidad de fertilizante pasó del 21,9 a 22,8 para el caso del trigo, un incremento en realidad poco apreciable.

La producción intensiva creció a costa de la semiintensiva tal y como era de esperar, quedando reducida al 18%. Algunas explotaciones de este tipo comenzaban, sin embargo, a semillar ya los barbechos. Finalmente, la producción extensiva, el secano, sufría un ligero ascenso (41,34%) gracias como vimos a las tierras baldías. En conjunto, el valor de la producción aumentó de manera espectacular gracias a varios factores: el aumento de los rendimientos, el cambio en los cultivos, y el buen precio de mercado alcanzado por estos. En efecto, el valor de la producción se multiplicó por 6,25 entre 1752 y 1856 a precios corrientes.

TABLA 18

INDICADORES DEL CAMBIO AGRARIO ENTRE 1752 Y 1856

	1752	1856	Incremento 1752-1856	Incremento rs. Constantes
Población	2.384 hb	4.866 hb	204	-
Pobl. Activa Agraria	550 hb	1.414 hb	257	-
Superficie cultivada	2.769 hs	2.963 hs	107	-
Precio de Fg. trigo	20 rs	46 rs	230	-
Valor P. Bruto	516.255 rs	3.230.816 rs	625	272
P.Bruto/Habitante	216 rs	663 rs	307	133
P.Bruto/Hectárea	186 rs	1090 rs	585	254

Fuente: Catastro de Ensenada, Amillaramiento de 1856, Cartilla Evaluatoria de 1859 y Padrón Vecinal de 1856.

Para evitar esta distorsión hemos procedido a calcular dicho incremento en reales constantes, utilizando como deflactor el precio del trigo, no sólo por ser el producto alimenticio básico y, por tanto, de indicador de la evolución del resto de los precios, sino también porque la mayor parte de la producción santafesina estaba compuesta por este cereal y su valor, en términos absolutos, era de los mayores. Como muestra la tabla 7, el crecimiento real expe-

rimentado por la producción fue de un 272%, casi se triplicó. Ahora bien, si como hemos visto los rendimientos aumentaron por término medio sólo un 30%, ello quiere decir que el aumento de la producción bruta se consiguió sobre todo gracias a la intensificación de las superficies ya cultivadas (cambio de riego eventual a constante) y no a una sustancial mejora en los sistemas de explotación. El incremento de un 250% experimentado por el valor de la producción bruta por hectárea esconde este hecho fundamental.

Desconocemos por ahora las innovaciones habidas en los aperos de labranza, pero intuimos que las razones de ese incremento del 30% en los rendimientos tuvo que ver fundamentalmente con tres factores: una aplicación mayor de fertilizante orgánico, la introducción de una rotación más óptima desde el punto de vista productivo y la sustitución parcial de los bueyes por ganado mular (su número se multiplicó por 2,5 mientras el número de bueyes permaneció estable).

Ahora bien, el incremento de la producción fue compensado con un incremento de la población y especialmente de la población activa agraria, con lo que el aumento de los rendimientos no dio lugar a un incremento paralelo de la productividad, en todo caso mínimo. Ello quiere decir que la agricultura de Santa Fe siguió siendo una agricultura productiva en base a una masiva utilización de la mano de obra, condicionada por tanto a los avatares de su evolución demográfica. Bien es verdad que, desde el punto de vista de los niveles de vida y de la capacidad de compra de sus habitantes, experimentó una sensible mejora evidenciada en el aumento en un tercio del producto bruto por habitante, desgraciadamente mal distribuido (la estructura de la propiedad y de las explotaciones era bastante desigual).

Esa dependencia de la agricultura respecto a la dinámica de la población se evidencia, a pesar de que el número de habitantes se duplicó entre 1752 y 1851, en la continuidad del pequeño desequilibrio existente entre oferta y demanda de mano de obra. La oferta de mano de obra en su conjunto daba para emplear a unas 1460 personas al año a un promedio de 200 días de trabajo, en tanto el número de activos agrarios en la misma fecha (1856) no sobrepasaba los 1250 individuos. La oferta de trabajo estuvo, pues, por encima del crecimiento de la población y fue el ritmo

de este el que limitó también el crecimiento agrario experimentado por Santa Fe durante los cien años comprendidos entre 1752 y 1856.

En definitiva, Santa Fe estaba aún inmersa en una economía orgánica a mediados de siglo, donde la mano de obra resultaba, junto con el estiércol y el agua, la condición indispensable para la intensificación agrícola. La productividad del trabajo podía aumentar pero sólo en magnitudes relativamente pequeñas puesto que la dotación de tierra, de la que dependía la energía primaria, estaba limitada por naturaleza. Hasta la difusión de los abonos químicos sobre todo, la productividad no comenzó a crecer con fuerza. No resulta extraño, pues, que el aumento de la productividad durante la mayor parte del siglo XIX fuera bastante modesto.

TABLA 19

GRADO DE MERCANTILIZACION DE LA PRODUCCION. 1856

Componentes	Pequeñas Explotaciones	Medianas Explotaciones	Grandes Explotaciones	Comunidad
Semillas	Finca	Finca	Finca/pósito	Local
Animales de labor	Mercado local	Finca/merc.local	Finca	Local
“ de renta	—	Dehesa/merc. local	Dehesa/merc. local	Local
“ domésticos	Casa	Casa	Casa	Local
Mano de Obra	Familiar	Familiar/merc.local	Merc.local/exterior	Local/exterior
Estiércol	Casa/merc.local/ext.	Casa/merc.local/ext.	Finca/casa	Local/exterior
Agua	Finca	Finca	Finca	Local
Aperos	Mercado local	Mercado local	Mercado local	Local
Alimentación	Finca/merc. local	Finca/merc. local	Merc.local/exterior	Local/exterior
Forrajes y pienso	Finca/dehesa/merc.	Finca/dehesa/merc.	Finca/dehesa/merc.	Local/exterior
Cosecha (destinos)	Autocons/merc.local	Mercado local	Merc. local/exterior	Local/exterior

Fuente: Análisis cualitativo de las fuentes analizadas (Inventarios Postmortem y Amillaramiento de 1856).

La agricultura santafesina de mediados del XIX ya no se podía considerar sostenible. Era una agricultura que había perdido su autosuficiencia y que dependía del mercado exterior para proveerse de factores tan importantes como mano de obra, estiércol y forrajes. Si comparamos la tabla 5 con la 19, que recoge el grado

de mercantilización de la producción en 1752 y 1856, observamos que en la primera fecha sólo en tres de los once parámetros considerados existía contacto o intercambio con el mercado exterior a la comunidad, a mediados del XIX eran ya cinco los parámetros en los que no era posible la autosuficiencia local y se imponía el recurso al mercado. La dependencia respecto de éste se había acentuado de manera importante, máxime si tenemos en cuenta que el aporte exterior de energía y nutrientes resultaba ya imprescindible para la continuidad de la producción agraria.

El proceso de “agricolización” y el correspondiente fomento del trigo y las plantas industriales habían provocado un descenso de la producción forrajera y un parón en el crecimiento de la cabaña ganadera y, por ende, del estiércol. Como puede observarse en el gráfico 2, que trata de mostrar los flujos de la comunidad a mediados del siglo XIX, la integración agro-silvo-pastoril del siglo anterior se había roto y el agroecosistema evidenciaba ya un fuerte desequilibrio y una tendencia a la desestructuración de los flujos que es característica de la agricultura actual. El ciclo de nutrientes había perdido su vocación local para ampliarse, al menos, al conjunto de la Vega y comarcas circundantes.

4. LA REMOLACHA AZUCARERA Y LA CRISIS DE LA ECONOMÍA ORGÁNICA.

Ya hemos dicho que en los años sesenta el déficit de estiércol facilitó la importación de guano peruano a través de los puertos de Valencia y Málaga. Pero desconocemos más detalles sobre el particular. Lo que si es seguro es que la generalización del uso de fertilizantes químicos tuvo lugar inmediatamente después de la extensión del cultivo de la remolacha. Es decir, la introducción de abonos químicos acompañó a la expansión de la remolacha. Nuestra tesis es que la mencionada expansión remolachera fue posible gracias a este insumo no orgánico. Por tanto, interesa conocer cómo y por qué se introdujo este nuevo cultivo en la Vega de Granada.

La crisis agraria finisecular tuvo en Santa Fe una fuerte incidencia, que actuó como un poderoso estimulante del cambio en

los cultivos, especialmente a la introducción de la remolacha para la que existía unas condiciones favorables de mercado. La tabla 20 muestra el descenso experimentado por el precio del trigo, mucho más acusado en el caso de la cebada. No obstante, si tenemos en cuenta la relación coste-beneficio entre la rotación tradicional y la remolacha veremos cómo durante los primeros años de su introducción (1882-1891), la remolacha resultó sólo un buen sustituto del lino en la rotación de 6 años, que producía menos de 50 pts de beneficio por hectárea; en tanto la remolacha producía 88,95 pts. En todo caso, el trigo y el cáñamo seguían produciendo mucho más.

TABLA 20
PRECIO MEDIO ANUAL DE LOS CEREALES. 1870-1886-7

Año	Trigo Pts/Hl.	Cebada Pts/Hl.
1870	23,98	11,22
1871	24,78	12,37
1872	20,18	11,95
1873	17,40	11,29
1874	22,39	14,34
1875	21,42	12,79
1876	21,93	10,97
1877-78	23,84	11,35
1878-79	27,52	14,70
1879-80	26,31	11,49
1880-81	22,57	10,50
1881-82	26,36	13,23
1882-83	31,51	17,71
1883-84	24,08	12,10
1884-85	21,94	10,05
1885-86	21,94	10,95
1886-87	20,27	14,21

Fuente: Amillaramiento de 1887 y "Estado de los precios medios de los frutos..." A.M. Santa Fe. Caja 298, doc.s/n.

Ello determinó seguramente que la expansión experimentada por este cultivo fuese tan lenta durante los primeros 10 años en

toda la Vega (M.Martín Rodríguez, 1982,298). Pero cuando como consecuencia de la escasez de materia prima de las azucareras y del aumento de peso de las plantas, los beneficios subieron hasta las 287,65 pts/ha, la remolacha creció rápidamente y sustituyó a la vieja rotación (que ofrecía un rendimiento medio de 123 pts/ha) por una nueva mucho más corta. Esto no sucedería hasta la campaña 1890-91. Fueron, pues, razones de mercado las que impulsaron el llamado “boom azucarero” y la llamada “Segunda Revolución Agrícola” de la Vega.

TABLA 21
**PRINCIPALES PRODUCTOS AGRICOLAS EN SANTA FE.
1751-1867**

Cultivo	1851		1855		1862		1867	
	Produc.	Precio	Produc.	Precio	Produc.	Precio	Produc.	Precio
	Hls.	Pts.	Hls.	Pts.	Hls.	Pts.	Hls.	Pts.
Trigo	21.000	18	21.500	18	21.800	21	22.000	26
Cebada	21.500	11	2.150	11	2.000	11	2.200	13
Maíz	1.500	16	1.600	13	1.550	15	1.500	19
Patatas	72.000	0,09	120.000	0,06	192.000	0,12	300.000	0,15
Vino	690	21	660	21	740	21	820	20
Aceite	630	80	440	78	540	78	500	85

Fuente: Estadística de la producción agrícola en los años 1851-1867. A.M. Santa Fe. Caja 297, doc. 4.

Paralelamente al crecimiento relativo del beneficio de la remolacha frente a los cultivos anteriores, es probable que la extensión del cultivo esté también relacionada con la estructura local de la propiedad. La implicación de los grandes propietarios en el capital de las industrias de transformación constituyó seguramente un factor de fomento del cultivo, bien sea directamente mediante el cambio en la rotación de las grandes explotaciones, bien sea indirectamente a través de la presión ejercida sobre los términos del arrendamiento.

Tanto por el nuevo manejo de las sucesiones expresado por el paso a una rotación de tres años, como por las características agrobiológicas del cultivo, la remolacha significó un aumento de las necesidades de nutrientes. La nueva rotación (habas—remolacha—trigo o patata) acortaba a la mitad la anterior y, además,

aumentaba la dosis de estiércol empleado. La aplicación media anual se colocó entre 39 y 46.800 kg por hectárea (entre 13 y 15.600 Kg/ha./año). Es más, en muchos casos la alta rentabilidad de la remolacha estimuló a los agricultores a romper las rotaciones, intensificando las aplicaciones para hacer viable el cultivo. Téngase en cuenta, además, que la remolacha era más exigente en nutrientes que los otros dos cultivos. Incluso los contratos de arrendamiento consideraban que la remolacha consumía 2 carros por marjal (entre 19 y 22.800 kg/ha)⁷, al contrario que las habas y el trigo que consumían uno.

Desde el punto de vista de la lucha contra la pérdida de nutrientes por lavado, esta rotación era más eficiente, pero, en contrapartida, era muy posible que dificultase parcialmente el control de las malas hierbas de germinación otoñal-invernal. La aportación de N en dos momentos (estiércol y leguminosa) podía favorecer ampliamente por un lado, el poder competidor del segundo trigo, y, por otro, la disponibilidad general del N. No hemos encontrado dato alguno que no haga pensar en un incremento de los rendimientos para el trigo y las habas, por los que vamos a considerar los mismos que a mediados del siglo XIX. Las fuentes consultadas coinciden en dar un rendimiento de 400 Qm por hectárea. En definitiva, los rendimientos utilizados han sido los siguientes:

Remolacha 40 t/ha.

Habas 1,8 t/ha.

Trigo 2,3 t/ha.

De acuerdo con estos datos hemos procedido a efectuar el correspondiente balance de nutrientes, que se expresa en la tabla 22. Como puede apreciarse, la rotación significaba un cambio muy importante. Aunque contemplamos un rendimiento de remolacha relativamente alto, los resultados ponen de manifiesto la existencia de déficits de nutrientes, en contraste con los balances de rotaciones anteriores. Dado que probablemente las pérdidas de N por lavado eran más bajas que en las demás rotaciones y que la concentración de N en las aguas de Granada era seguramente mayor como consecuencia del aumento de la población, podemos supo-

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.

ner con bastante seguridad que el balance de N se encontraba más o menos equilibrado. No obstante, el P no parece, según el balance, que tuviese la importancia que los agrónomos de la época le daban (B.Ventué,1885; M.Martín Rodríguez,1982) como factor limitante. Para esta rotación, el N y el P podían limitar el incremento del rendimiento en proporciones parecidas.

TABLA 22

BALANCE DE NUTRIENTES PARA LA ROTACION DE 1904

Exportación	Estimación mínima			Estimación máxima		
	N	P	K	N	P	K
Trigo	110	41	78	138	69	161
Habas	108	31	72	112	31	81
Remolacha	168	60	232	162	72	352
Aportación	Estimación máxima			Estimación mínima		
	N	P	K	N	P	K
Fijación	130	0	0	100	0	0
Esti. 600Kg	252	145	257	252	145	257
Esti. 500Kg	316	121	214	211	121	214
Diferencia	Infravalorado			Sobrevalorado		
	N	P	K	N	P	K
Esti. 600Kg	-4	13	-125	-60	-27	-337
Esti. 500Kg	-45	-11	-168	-101	-51	-380

Fuente: Elaboración propia.

Lo más destacable del balance es, sin embargo, la falta de K que desvela. Esta rotación, era consumidora neta de las reservas de K del suelo, lo que explica sin lugar a duda la crisis que sufrió este cultivo durante los años veinte (J.J.Jiménez Blanco,1986). Para cubrir esas carencias tanto en P como en K con abonos orgánicos hubieran hecho falta cantidades imposibles de encontrar en Santa Fe, provocando un incremento de los costes imposible también de asumir. El balance entre la cabaña ganadera y las necesidades de fertilizantes para mantener la rotación y entre la cabaña y la producción forrajera lo demuestran. Por otra parte, dicho aumento del estercolado hubiera supuesto un exceso de N muy superior al de las rotaciones precedentes. Dentro de un manejo orgánico, esta rotación necesitaba la inclusión de cultivos más exi-

gentes en N, como el trigo por ejemplo. El hecho de que no se cultivase otro trigo en la rotación, muestra claramente que su interés comercial había descendido en relación a la remolacha.

La introducción de la remolacha fue acompañada con 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 (en 1887 al menos el 20% de los jornaleros venían de fuera del término). De esa manera, la producción intensiva significaba ya más de un tercio del territorio total del municipio. De acuerdo con este dato y sabiendo que en esa superficie intensiva de 1333 has. se practicaba mayoritariamente la antes citada rotación, podemos concluir en que las necesidades de estiércol —para subvenir a una producción que generaba, no lo olvidemos, un importante déficit de P y de K— para el conjunto ascendían a una cantidad situada entre 16.885 y 20.261 Tm/año. La tabla 23 recoge la producción de estiércol estimada de acuerdo con la cabaña ganadera en 1904.

TABLA 23

CARGA GANADERA Y PRODUCCION DE ESTIERCOL EN 1904

Cabezas	Nº	Estiércol Kgr/cabeza	Estiércol Total Kgr.
Mular	150	5.625	843.750
Caballar	83	6.375	529.125
Asnal	23	4.125	94.875
Vacuno	101	9.325	941.825
Ovino	1000	300	300.000
Caprino	51	375	19.125
Cerda	200	900	180.000
Total	1608	-	2.908.700

Fuente: El nº de cabezas se ha extraído de la "contestación al cuestionario agrícola" de 1904; la producción de estiércol por cabeza de Benito Ventué, pg. 92.

Parece evidente que la falta de estiércol y la insuficiencia nutritiva de este para hacer frente a la especialización de cultivos y simplificación de las rotaciones facilitaron la introducción de los ferti-

lizantes químicos. Según el “Cuestionario agrícola” de 1904, Santa Fe debía importar en ese año casi mil toneladas (937 Tm) de fertilizantes químicos provenientes de Barcelona y Valencia. Con ello, el carácter comarcal y renovable del ciclo de nutrientes se veía sustituido por otro ciclo ya nacional, e incluso internacional, que consumía energía y nutrientes de fuentes no renovables. Santa Fe se integraba en un nuevo mercado de amplio radio, el de factores de producción. Pero el desequilibrio no sólo era cuestión de producción de estiércol. Esa condición principal había sido perdida por el ganado, al que sólo se le apreciaba por su intervención en las labores del campo. A pesar de que la producción intensiva aumentó, disminuyó ligeramente el número de cabezas de ganado de trabajo. La tabla 24 recoge su número y calcula sus necesidades de alimentación.

TABLA 24
**NECESIDADES DE PIENSO Y FORRAJE DEL
GANADO DE LABOR EN 1904**

Ganado	Kg. de cebada por cabeza/año	Nº Cabezas	Total Kg/año
Mular	1200	150	180.000
Caballar	1200	83	99.600
Asnal	1200	23	27.600
Potros	600	-	-
Vacuno	960	101	96.960
Total	-	357	395.160

Fuente: El nº de cabezas se ha obtenido del citado “cuestionario agrícola” de 1904. Las necesidades en kg. de cebada o equivalentes se ha sacado de la Cartilla Evaluatoria correspondiente a 1887.

La nueva rotación tenía la ventaja de aumentar la disponibilidad de forraje para los animales, puesto que éstos se comían los restos de la remolacha. Pero con tales residuos se alimentaba sólo en parte a los bueyes. Aun descontando la alimentación vacuna, se necesitaban todavía cerca de 300 toneladas de cebada. La concentración de esfuerzos en el cultivo intensivo y los bajos precios de los cereales determinaron cierto abandono de una porción significativa de las tierras de secano (de las 1225

has. de 1856 a 851 en 1904). La cantidad de forrajes disponibles disminuyó y se acentuó el desequilibrio con las necesidades del ganado de labor. El "cuestionario agrícola" de 1904, ya citado, estimaba en 259 Tm la producción de piensos y forrajes (cebada, maíz y yeros principalmente), lo que obligaba a importar la cantidad restante de Granada.

En definitiva, la introducción de la remolacha acrecentó el déficit de estiércol producido en el agroecosistema santafesino. Entre 1750 y 1885, el trigo se 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 no sólo agronómicamente sino económicamente aconsejable. No obstante, la escasez de estiércol no afectó de la misma manera a las grandes explotaciones y a las pequeñas. Los grandes propietarios podían disponer de una cantidad de estiércol mucho mayor que los pequeños. A pesar de ello, el desequilibrio en fósforo característico del estiércol obligaba en teoría a aumentar en un 40% las dosis de estiércol necesario para obtener los rendimientos de aquella época. Por lo tanto, resultaba más interesante para las grandes explotaciones complementar la alimentación del suelo por una aportación fosfatada. Obviamente, las pequeñas explotaciones no disponían del estiércol suficiente para una buena fertilización, y tenían que emplear dosis de fertilizantes exógenos mayores para obtener los rendimientos exigidos por las fábricas. En cualquier caso, el diferencial de precio pagado a los pequeños productores y a los grandes, fruto de la participación de éstos en el capital de las fábricas, obligaba a los pequeños a tener una productividad mínima que valoramos en unas 25 Tm/Ha, por debajo de la cual no se generaba beneficio. Dicha producción por hectárea no se podía pensar, para las pequeñas explotaciones, sin el uso de fertilizantes.

Es preciso señalar finalmente que la organización de la producción de remolacha entorno a contratos constituyó un factor de generalización del uso de abonos. El propio asesoramiento técnico ofrecido a los productores fomentó esta práctica con tal de aumentar los rendimientos, al mismo tiempo que las fábricas ofrecían ayudas financieras para la compra de los abonos, bajo

la forma de “vales” pagados a la entrega de la producción. En definitiva, la introducción de la remolacha y el inicio del uso de los abonos exógenos fueron dos procesos indisociables. Tan indisociables como los factores socioeconómicos y ecológicos en el desencadenamiento de la crisis de la agricultura orgánica y su progresiva sustitución por la industrial.

5. CONCLUSIONES

De los resultados del trabajo es posible extraer algunas conclusiones de interés. En primer lugar, la dependencia territorial de la agricultura en una economía agraria de tipo orgánico tradicional, cuya principal fuente de energía es la solar. El crecimiento agrario está limitado, en ese contexto, sobre todo por las disponibilidades de tierra. La única posibilidad de incrementar la producción se encuentra en la mejora de los rendimientos por unidad de superficie, ahorrando de esa manera territorio. Por ello se suele decir que el agua y los fertilizantes orgánicos constituían los factores limitantes principales de la agricultura decimonónica. Cualquier vía extensiva de crecimiento, en un contexto que no fuese el de abundancia de tierra, tenía que conducir a desequilibrios muy importantes en el funcionamiento del sistema. Ambas cosas sucedieron en Santa Fe.

La segunda conclusión significativa que cabe destacar se refiere a la virtualidad de los cambios institucionales sobre las condiciones ambientales de la agricultura de entonces y, por tanto, sobre las posibilidades del crecimiento agrario. Las medidas que acompañaron a la Revolución Liberal, al acentuar las presiones del mercado en favor de los productos agrarios, provocaron la ruptura del funcionamiento integrado agrosilvopastoril del sistema y fomentaron un desarrollo agrario desequilibrado que priorizó el uso agrícola sobre los demás (*agricolización*). Ello se convertiría, al mismo tiempo, en un poderoso factor de integración de la producción agraria en el mercado.

En efecto, la rotura del equilibrio entre los distintos usos del suelo tuvo dos consecuencias significativas: por un lado, provocó un déficit de nutrientes (estiércol y cebada sobre todo) que

tuvo que ser remediado mediante importaciones. Los flujos de nutrientes, que hasta entonces circulaban por el interior de la comunidad, tuvieron que ampliarse geográficamente, terminando con su carácter cerrado. Por otro, la búsqueda de los nutrientes necesarios se hizo a través del mercado exterior, con lo cual la comunidad se integraba en una dinámica mercantil que excedía a su control. Este recurso al mercado exterior tenía la virtud de ensanchar su ámbito de acción: no sólo se creaban nuevos mercados (de factores), sino que se mercantilizaba por primera vez una parte vital del mismo proceso de producción que, de esa manera, pasaba a depender de avatares y fluctuaciones externos. Reivindicamos, pues, el papel de los condicionamientos ambientales —factores endógenos, al fin y al cabo— en la creciente inmersión de la economía agraria santafesina en el mercado. Las transformaciones liberales dieron lugar a un tipo de economía agraria desequilibrada (parecido a lo que Wrigley llamó *economía orgánica avanzada*) que se veía obligada a funcionar con flujos de nutrientes de radio cada vez más amplio y empujada a la especialización productiva para poder competir en el mercado.

La tercera y última conclusión que cabe sacar de este trabajo se refiere a la sustitución de la agricultura orgánica tradicional por otra de carácter industrial, consumidora de energía y materiales no renovables. La profundización de los desequilibrios de la economía orgánica avanzada o tardía, 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. Pero el crecimiento de la superficie agrícola y su intensificación productiva, incrementaron el déficit de energía y nutrientes en tal medida que no pudo ser cubierto con los recursos al mercado circundante y a las tierras propias. Los costes de producción tendieron a subir, pues, como consecuencia de la escasez de tierra y la lejanía de los mercados de origen. Ello aceleró la introducción de tecnologías ahorradoras de tierra, explicando así la rápida expansión de los fertilizantes químicos por la Vega de Granada. Conforme fue aumentado el subsidio exterior de nutrientes, la producción agraria santafesina pudo

emanciparse cada vez más de los límites impuestos por su dotación territorial.

Ahora bien, no creemos que esta fuese la única vía que siguieron las agriculturas españolas a la hora de acceder a la agricultura industrial. La que se deriva de nuestro trabajo es sólo una de las vías posibles. No obstante, creemos que este proceso de sustitución tuvo lugar en un contexto de fuertes restricciones ambientales que generaron un fenómeno más o menos real de escasez de nutrientes y aceleraron la búsqueda de tecnologías ahorradoras de suelo. El caso de Galicia —estudiado por Jesús Balboa y Lorenzo Fernández Prieto (1996)— puede resultar paradigmático al respecto. Allí existía suficiencia e incluso exceso de ganado y de estiércol; sin embargo, la fertilización química se extendió en fechas parecidas a la Vega de Granada.

Campañas de propaganda, precios competitivos, etc., se proponen como factores explicativos principales de la difusión de los químicos por los campos gallegos. De hecho, allí ocurrió el fenómeno inverso al que hemos visto: los abonos químicos facilitaron la rotura del equilibrio y de la integración agrosilvopastoril. Hasta entonces existían fuertes requerimientos en tierra para la producción de pasto y tojo necesarios para la agricultura, de manera que el cultivo no se podía expandir mediante roturaciones. La fuerte y temprana emigración gallega tuvo seguramente que ver con la estabilidad de este tipo de economía orgánica tardía. La presión demográfica y los recursos económicos de los retornados permitieron la utilización de químicos para ahorrar suelo y poder meter en cultivo terrenos de pasto y monte. Por tanto, en Galicia también existía *escasez* de fertilizantes para atender a la demanda que podían generar las roturaciones. Obviamente, las nuevas necesidades de nutrientes no podían satisfacerse con un monte en clara regresión. En definitiva, la interpretación tradicional que explica la introducción de fertilizantes químicos por motivaciones estrictamente económicas debe ser revisada para dar también cabida a los factores ambientales.

REFERENCIAS

BALBOA, J. y FERNÁNDEZ PRIETO, L. (1996), "Evolución de las formas de fertilización en la agricultura atlántica entre los siglos XIX-XX. Del toxo a los fosfatos". En R. GARRABOU y J. M. MAREDO (Eds.), *La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*. Madrid: Visor, pp. 211-236.

CASTILLE, C. (1986), *La fertilisation en maraichêge biologique*. Opprebais: CARAB

CASTILLO MARTIN, A. (1986), *Estudio hidroquímico del acuífero de la Vega de Granada*. Granada: Universidad de Granada, pp.65 y ss.

CUBERO, J.J. y MORENO, M.T. (1983), *Leguminosas de grano*. Madrid: Mundi Prensa.

GROS, A. y DOMINGUEZ VIVANCOS, A. (1992), *Abonos. Guía práctica de la fertilización*. Madrid: Mundi Prensa.

GUERRERO, A. (1987), *Cultivos herbáceos extensivos*. Madrid: Mundi Prensa.

INSTITUTE TECHNIQUE AGRICOLE DU LIN (1993), *La culture du lin fibre*. París: ITAL.

JIMENEZ BLANCO, José I. (1986), *La producción agraria de Andalucía Oriental, 1874-1914*. Madrid: Editorial de la Universidad Complutense de Madrid.

LAMPKIN, N. (1990), *Organic Farming*. Ipswich: Farming Press.

LOPEZ BELLIDO, L. (1991), *Cultivos herbáceos. 1. Cereales*. Madrid: Mundi Prensa.

MAROTO, J.V. (1989), *Horticultura herbácea especial*. Madrid: Mundi Prensa.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (1986), *Atlas Agroclimático de España*. Madrid: MAPA.

MARTINEZ LOPEZ, D. (1994), *Estrategias familiares en los procesos de formación de la burguesía agraria andaluza: el caso de Santa Fe*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Granada.

MARTINEZ MARTIN, M. (1995), *Revolución Liberal y cambio agrario en la Alta Andalucía*. Granada: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada.

MARTIN RODRIGUEZ, M. (1982), *Azúcar y descolonización. Origen y desenlace de una crisis agraria en la Vega de Granada. El "Ingenio San Juan", 1882-1904*. Granada: Universidad de Granada y Diputación Provincial.

OCAÑA OCAÑA, M. (1974), *La Vega de Granada*. Granada: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada.

PARR, J.F. y COLACCIO, D. (1987), "Organic Material as Alternative Nutrient Sources", en HELSEL, Z.R., *Energy in Plant Nutrition and Pest Control*. Amsterdam: Elsevier Science Publisher.

URBANO TERRON, P.(1989), *Tratado de fitotecnia general*. Madrid: Mundi Prensa.

VENTUE, Benito (1885), *Estudio sobre el cambio y mejoramiento del cultivo en la Vega y demás territorio de la provincia de Granada*. Granada: Imprenta de I. Ventura y Sabatel.