
DATOS PARA EL ESTUDIO ENERGETICO DE LA AGRICULTURA ESPAÑOLA: EL PROBLEMA DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS

Por Alfonso M.^a de la Vega Jiménez

INTRODUCCION

Desde hace ya algunos años son muchos los autores que tratan de investigar qué hay detrás de los extraordinarios incrementos de la productividad agrícola en los países industrializados. En esta búsqueda el análisis energético se ha revelado como fundamental.

Así, se ha demostrado que dicho incremento de la productividad se debe en gran medida al simple aumento del consumo de energía fósil en relación al consumo energético de la agricultura, de manera que el rendimiento energético de la agricultura de los países industrializados evoluciona en forma decreciente.

La importancia de la comprensión de este fenómeno resulta básica en la actualidad. Básica para el agrónomo, que debe conocer bien las limitaciones de los modelos agrícolas que promueve, y así, resulta que los aumentos de la producción de alimentos conseguidos por la Revolución Verde se deben en buena parte al simple cambio formal de la energía contenida en el petróleo a la de los enlaces químicos de los alimentos; es decir, en la agricultura moderna el suministro de alimentos depende, básicamente, del flujo de combustibles y materiales fósiles procedentes de un *stock* limitado, no renovable, y agotable

de recursos energéticos. De aquí, entre otras causas, surge uno de los obstáculos más importantes para extender este modelo agrícola a nivel mundial y por ende el pesimismo de muchos autores acerca de la posibilidad real de hacer desaparecer el hambre, manteniendo a la población mundial con dietas de una cierta calidad proteínica.

También esta comprensión debe estar en la base de una necesaria reflexión económica acerca del rol desempeñado y a desempeñar por la agricultura en el sistema económico de los países industrializados, pues, a largo plazo, cabría preguntarse sobre el interés (o incluso, la viabilidad, en los países sin recursos petrolíferos propios) de mantener líneas de crecimiento de los sectores secundarios y terciarios, financiados por una cada vez menor población activa en el sector primario; en todo caso, a la luz de los estudios sobre la economía de materiales, energía, etcetera, parece claro que no se pueden seguir manteniendo ciertas ideas tradicionales acerca de la naturaleza de las fuentes reales del crecimiento económico. Esta cuestión adquiere singular actualidad ahora que, so pretexto de la defensa de la libertad humana, se están revitalizando paradigmas teóricos que pretenden subrayar las virtualidades de la economía de mercado, minimizando la importancia de los costes sociales o deseconomías externas ajenas al mismo (los nuevos economistas americanos, los anarcocapitalistas, la escuela de Chicago, etc.). Quizá el problema central está en la crisis de la concepción de la realidad objeto de la Economía, como realidad racional o cultural producida por entes racionales, con independencia de los ciclos de la Naturaleza (materiales, energía, etc.) y, por tanto, lo que Bueno llama «cierre categorial», es decir, el proceso mismo en virtud del cual se constituye una nueva unidad científica, parece que ha de partir en el tema que nos ocupa, de la inspección crítica de términos lingüísticos tradicionales, tales como producción, oferta, curvas de indiferencia, demanda, producto nacional, etc., en el sentido de dotarles de contenido concreto real desde el punto de vista físico, histórico, en su caso, y en la perspectiva de la superación de los abusos del antropocentrismo.

Esta dimensión de la crisis está presente en casi todos los aspectos de la realidad económica, y, especialmente, en el tema de la energía, de las materias primas, y de la alimentación. La cuestión se plantea a nivel global, pero su alcance también es singular.

Si la situación alimentaria mundial es mala, la propia situación española no resulta demasiado halagüeña: de los primeros

estudios realizados acerca de la energía de la agricultura española parecen deducirse importantes «deficiencias energéticas», algunas de ellas específicas de nuestro sistema, y que se hace preciso conocer para el coherente desarrollo de políticas tecnológicas y económicas tendentes a mejorar la utilización de nuestros propios recursos.

Las relaciones empleo/inflación han sido objeto del estudio teórico y han motivado gran parte de la política económica tradicional. En la actualidad, se está tratando de desarrollar hipótesis, más o menos heterodoxas, que pretenden interpretar el fenómeno, difícilmente explicable por las teorías Keynesianas, de la *Stagflation* o recesión con inflación y que quizá permitiesen ilustrar líneas concretas de actividad tendentes a paliar o superar, en su caso, el problema. Así, parece observarse que se han sucedido a lo largo de las últimas décadas importantes cambios tecnológicos dirigidos todos ellos en el sentido de aumentar la productividad del trabajo, pero disminuyendo la propia del capital y de la energía (estas dos categorías están altamente relacionadas), las consecuencias son el déficit del capital y de puestos de trabajo. Hasta ahora el factor corrección era el crecimiento económico: según la «Ley de Okun» es necesario un incremento del 4 por 100 en el PNB para evitar que aumente el paro y bastante más para disminuirlo. Pero el crecimiento de la economía de los países industrializados está condicionado por factores medioambientales y por el amenazante déficit energético crónico del sistema occidental, basado en la dependencia de fuentes de energía no renovables y en una utilización de ellas ineficiente desde el punto de vista termodinámico.

Por tanto, si el crecimiento es preciso para evitar el aumento del déficit de trabajo, pero este crecimiento tiene los condicionamientos del déficit de capital y del déficit energético, además de las limitaciones de medio ambiente es necesario buscar líneas específicas de crecimiento, basadas sobre las tecnologías de bajo impacto ambiental y baratas en términos de capital y energía, por puesto de trabajo creado, que permitan salir del actual *impasse*. Tales características tienen las inversiones en el sector agrario y, más en general, en el mundo rural, pues por su propia naturaleza no existen grandes limitaciones de adaptabilidad de la oferta a la demanda, nivel tecnológico, o equilibrio exterior (*sensu contrario*, la balanza comercial agraria es deficitaria en la actualidad, sin la suficiente justificación a nuestro juicio), limitaciones que condicionasen la viabilidad de dicha estrategia inversionista.

Sin embargo, cabe pensar que la creciente dependencia energética de la agricultura española pudiera limitar, en un futuro próximo, su papel económico «tradicional» de virtual «colchón amortiguador» de la inflación.

En efecto, aun no olvidando las componentes políticas de ésta, desde una perspectiva tecno-energética, cuando se produce un cambio en el precio de la energía éste es repartido por las fuerzas del mercado, de manera que tal incremento de precio se reparte a través del sistema entero, subiendo los precios, de los procesos de manufacturación, materias primas, precio demandado por el trabajo (requerido para su reproducción a un cierto nivel de vida), el transporte, etc. Aunque los agricultores son productores de energía (y de energía renovable en el sentido de que la producción actual no supone un detrimento, al menos teóricamente, de la futura) no pueden evitar en su papel de «captadores de energía solar» el tener que recurrir a medios de producción (que son capital y energía no renovable acumulada) para esa captación, que depende y cada vez más del sistema industrial.

Creo que las líneas anteriores sirven, siquiera a grandes rasgos, para fijar el interés del estudio energético de nuestra agricultura, tendente a conocer los principales obstáculos al desarrollo de la misma. Existen dos grandes vías de incremento de la productividad agrícola para una cierta tecnología: una de ellas es el riego, la otra aumentar la inyección energética, vía maquinaria agrícola, combustibles, tratamientos, fertilizantes, etc.

Sobre las limitaciones de funcionamiento de la industria española de fertilizantes nitrogenados, convertida en la actualidad en uno de los más notables «cuellos de botella» de nuestra agricultura, versa el contenido de esta nota.

NECESIDAD DEL ABONADO NITROGENADO

En las anteriores líneas se ha tratado de expresar el interés del estudio de la industria española de fertilizantes nitrogenados, puesto que el proceso de desarrollo seguido por la agricultura española ha convertido a ésta en fuertemente dependiente de dicho sector industrial, que atraviesa momentos muy difíciles: dicho interés no sólo se basa en el problema de inflación importada por el sector agrario, sino que el mantener el abasteci-

miento de fertilizantes a la agricultura es absolutamente fundamental para asegurar la alimentación de la población española con una dieta de suficiente calidad.

En el gráfico 1, basado en sendos estudios de Odum y Slesser se muestra la correlación existente, en el supuesto de autoabastecimiento nacional, entre la inyección petrolífera al campo en forma de nutrientes, considerada en términos brutos (es decir, incluyendo el conjunto de transformaciones energéticas, con sus correspondientes pérdidas, que se producen en el sistema desde que el crudo sale del campo) y la disponibilidad de tierras agrícolas en hectáreas/habitantes; aunque las cantidades tengan un carácter indicativo, resulta clarificador del incremento de las necesidades energéticas que está en la base de una dieta con un elevado contenido en proteína animal. La razón es que la transformación de la proteína vegetal en animal, con el consiguiente salto en el nivel trófico, es una transformación energética que como tal sólo es posible con rendimientos bajos. Los rendimientos de transformación en términos energéticos son por caloría vegetal, de 0,22 calorías de leche o huevos, 0,2 de carne de cerdo, 0,18 de carne de pollo, 0,11 de carne de bovino u ovino. Considerando las pérdidas de transporte, distribución, etcétera, los rendimientos serían aún peores, del orden de 10 calorías vegetales por caloría animal. Dada la importancia de estas pérdidas de transformación, parece necesario reconsiderar la política de importaciones masivas de cereales-pienso, soja, etc., a la que parece dirigirnos la internacionalización de la industria alimentaria española y tratar de reforzar los medios alimenticios autóctonos de nuestra cabaña.

Volviendo al gráfico reseñado, la dieta de supervivencia para la población española, en condiciones de autoabastecimiento, precisaría del orden de 12 kilogramos de petróleo por habitante y año como cifra aproximativa del «Gross Energy Requirement». Su valor en el caso de una dieta con un cierto contenido (2/3 partes) de proteína animal sería del orden de 148 kilogramos de petróleo por habitante y año en dichas condiciones.

Para el umbral del próximo siglo, si la población española sube a la cota de los 45 millones de habitantes, es previsible un fortísimo impacto en el sistema alimentario español. Se estima que cada nuevo español que viene al mundo requiere del orden de 0,1-0,2 hectáreas de espacio para equipamiento social, sin contar la propia superficie requerida para la producción de alimentos. Esto supone bajar la densidad espacial per cápita y representaría un G. E. R. de unos 16 kilogramos de petróleo por

habitante y año, en el caso de una dieta exclusivamente vegetal, a unos 180 kilogramos para una dieta de calidad.

En cualquier caso, estas aportaciones energéticas son sólo del orden de 1 a 1,5 diezmilésimas de la correspondiente a la radiación solar sobre España.

CARACTERISTICAS DEL MERCADO ESPAÑOL DEL AMONIACO

Quizá la principal característica del mercado español del amoníaco sea su situación deficitaria crónica. Déficit que oscila en torno a las 300.000 toneladas/año con una producción nacional que se ha estancado en menos de 1.100.000 toneladas/año. Por ello se hace preciso recurrir anualmente a fuertes importaciones, para favorecer lo cual se ha suprimido temporalmente los derechos arancelarios que gravaban la importación de esta materia prima.

El amoníaco se emplea en su mayor parte (un 90 por 100 aproximadamente) en la fabricación de fertilizantes nitrogenados.

La oferta está constituida por las siguientes empresas:

ENFERSA, con plantas en Avilés, Cartagena y Puertollano.

E. R. T., con plantas en Sevilla, Huelva (2).

CINSA, con plantas en Las Palmas.

CROS, con plantas en La Coruña, Málaga y Tarragona.

NICAS, con plantas en Valladolid.

EIASA, con plantas en Sabiñánigo.

La oferta española de la industria del amoníaco posee dos características fundamentales que constituyen el origen de su delicada situación actual: el pequeño tamaño relativo de sus plantas, inferior al de los principales países europeos y, sobre todo, la dependencia casi absoluta de una materia prima inadecuada en las actuales condiciones de mercado, como es la nafta.

El problema de los desequilibrios pesados/ligeros en la producción de derivados petrolíferos en España

El problema estriba en el desequilibrio o diferencia relativa entre la demanda/oferta de productos petrolíferos llamados ligeros (es decir, las gasolinas, naftas, kerosenos) y la propia de los productos pesados (fuel-oil). Su origen se encuentra en que, para una determinada estructura de refino, la producción de

derivados petrolíferos no sólo es conjunta, sino que es además muy rígida, de manera que si tratamos de cubrir la demanda de un producto (por ejemplo, gasolinas) refinando mayor cantidad de crudo se originan automáticamente excedentes de aquéllos de menor demanda, como el fuel-oil. De todas formas no resulta fácil pensar que el nivel de abastecimiento nacional de crudo pueda incrementarse sensiblemente en los próximos años, por diversos motivos, razones de propia disponibilidad física, y en cualquier caso por motivos económicos de balanza de pagos, falta de rentabilidad de las exportaciones de los excedentes forzosos de fuel-oil, etc.

Las razones aducidas anteriormente explican el origen de la crisis de abastecimientos de productos ligeros que parece cernirse sobre la economía española, ya que el consumo de productos ligeros a partir de los últimos años va creciendo más deprisa que la oferta. El resultado es que existe una demanda potencial de carburantes (gasolinas o sucedáneos) que encuentra dificultades para ser satisfecha. Por ello, las refinerías han ido derivando parte de la posible producción de naftas o gasolinas, lo que está ocasionando el correspondiente problema, tanto en la industria petroquímica como, más gravemente, en la industria de fertilizantes (véase cuadro 1).

Además, parece que el desequilibrio puede agravarse en la medida que se haga preciso recurrir a crudos petrolíferos más pesados, se extienda el empleo del gas natural como sustituto del fuel-oil, o bien se aborde la transformación de la industria cementera, también en el sentido de sustituir fuel-oil por carbón.

Como es sabido, la industria española del refino va a reaccionar ante el problema con la acción de instalar unidades de fraccionamiento «F. C. C.», capaces de procesar el fuel-oil para producir productos ligeros. No obstante, aunque este proceso de transformación (costoso tanto en términos de energía como de capital) aumentara la oferta de productos ligeros, seguiría existiendo el problema del alto coste de la nafta como materia prima para producir amoniaco. En efecto, el precio internacional de la nafta es del orden de 350 \$/T, mientras que el del amoniaco es sólo de unos 180-200 \$/T. Dado que se emplea 0,9 toneladas de naftas para producir cada tonelada de amoniaco, la pérdida de valor unitario de la transformación de la nafta en amoniaco sería del orden de 115-140 \$/T. Es decir, aunque existiese disponibilidad física de naftas seguiría siendo prohibitivo su uso desde el punto de vista financiero. Para superar esta situación se han venido facilitando subvenciones importan-

tes (3,462 pts/T) con el fin de conjugar las importantes pérdidas que sufre la industria del amoniaco. Pero el cuantioso volumen de subvenciones que se precisa (del orden de varios miles de millones al año) aconseja buscar una solución más a largo plazo. Esta solución, para el caso español, podría ser la fuelización de las plantas de amoniaco.

REPLANTEAMIENTO DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DEL AMONIACO

De las páginas anteriores se deducía la necesidad de acomodar los procesos de fabricación del amoniaco a las condiciones del mercado. Una posibilidad podría ser utilizar la materia prima más extendida en la industria del amoniaco europea: el gas natural; para ello podría emplearse el gas natural descubierto en Sabiñánigo, o en el golfo de Cádiz. Esta posibilidad haría competitiva la industria española con la europea. No obstante, si los yacimientos encontrados no permitiesen cubrir las necesidades de la industria española podría adoptarse otra solución que favoreciera doblemente la corrección del desequilibrio pesados-ligeros: la utilización del fuel-oil como materia prima. En efecto, la adopción del gas natural permite liberar del orden de 0,9 toneladas de nafta (o gasolinas) por tonelada de amoniaco producido, mientras que la utilización del fuel-oil, además de este efecto liberador de naftas, permitiría reducir el excedente de fuel-oil. En cambio, desde un punto de vista financiero privado, esta última solución no sería tan competitiva como la primera, pues al nivel actual de precios sólo se cubrirían los costes de variables con un cierto margen, posiblemente insuficiente para remunerar el capital invertido.

En el cuadro 2 se expresan los precios medios de el año 1979 de los productos que pueden utilizarse como materia prima en la fabricación de amoniaco y se patentiza la actual inacomodación de la nafta para ese empleo.

Por tanto, una solución complementaria o alternativa, en su caso, al problema del desequilibrio pesados/ligeros del que venimos hablando, sería la fuelización de las plantas de amoniaco ya existentes en España, o la construcción de otras nuevas, preferiblemente de mayor tamaño (del orden de 1.000 toneladas de producción al día) que empleasen esta materia prima. El método técnico a seguir sería la «oxidación parcial» que tiene dos procesos comercializados: el proceso Texaco y el proceso Shell.

En el método de «oxidación parcial» se siguen una serie de etapas: Destilación del aire, oxidación parcial de hidrocarburo con oxígeno, eliminación del carbón, conversión catalítica del CO₂ con vapor de agua, eliminación del CO₂, y mezcla con nitrógeno líquido para producir la reacción



En cambio, el método técnico que se emplea con las otras materias primas, naftas y gas natural, es el método de «tratamiento con vapor», de manera que para acomodar la fabricación del amoníaco al empleo de fuel-oil como materia prima se deberá utilizar el proceso de «oxidación parcial», bien en nuevas plantas o sustituyendo en las antiguas una serie de unidades y completando con otras nuevas el complejo inicial.

Evaluación estimativa del proyecto de transformación de la industria nacional de amoníaco para emplear fuel-oil

En una primera aproximación podría considerarse que la acomodación de la industria al empleo de fuel-oil podría suponer una inversión de unos 2.600 a 3.000 millones de pesetas por planta tipo de 1.000 T/día semejante al volumen de subvenciones empleado en apuntalar el funcionamiento de la industria en sólo dos años.

El volumen de capital necesario para la transformación de las tres plantas mayores de la industria española que reúnen 750.000 toneladas de producción al año (68 por 100 producción total) sería del orden de 8 a 9.000 millones de pesetas.

La variación de los costes de operación sería la siguiente:

C op con tratamiento de vapor = 1.200 ptas + 0,9 × coste nafta.

C op con oxidación parcial = 1.500 ptas + 0,97 × coste fuel-oil.

Δ C op = producción total × Δ coste operación unitario.

Δ C op = 0,7 · 10⁶ t · (300 + 0,97 p.FO - 0,9 p. nafta) ptas/t.

Para los valores que se presentan en el cuadro 1.

C op = 0,7 · 10⁶ t · [300 + (126 - 292) · 70 ptas/\$] =
= 0,7 · 10⁶ t · 11.620 ptas/T = - 8.134 mill. ptas.

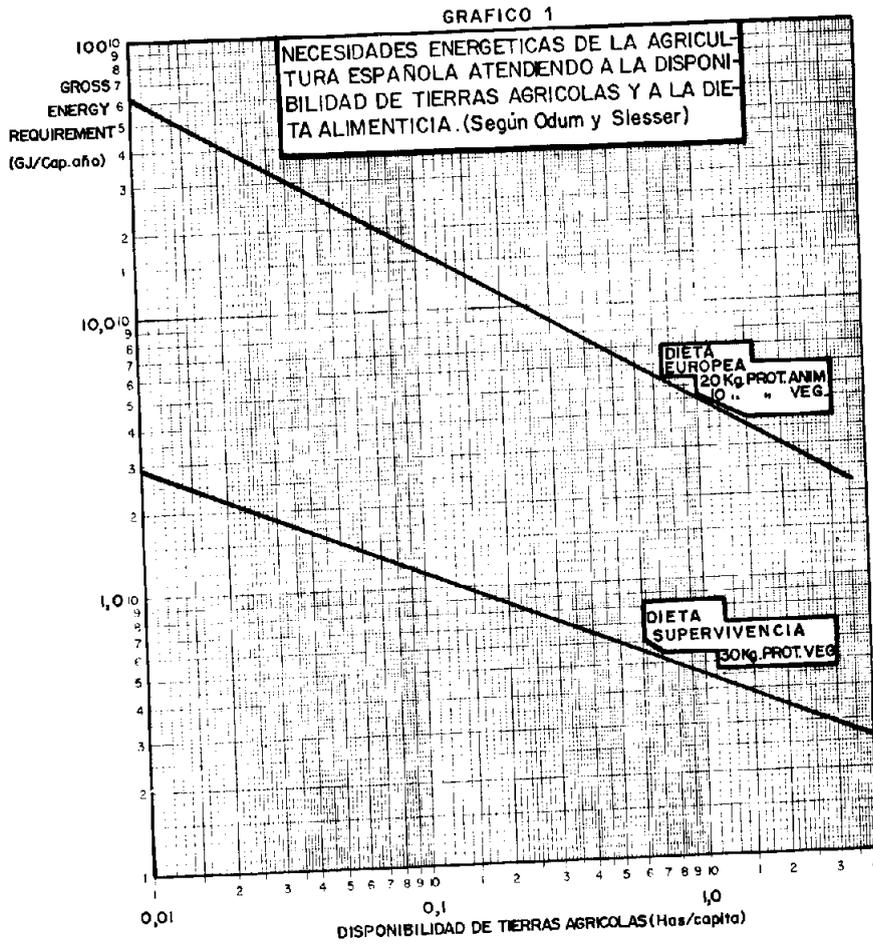
Es decir, que con las economías en los costes de operación anuales se podría financiar la transformación de cerca de un 70 por 100 de nuestra industria del amoníaco, de forma que se

evitarían las pérdidas de funcionamiento en los años siguientes y se «liberarían» 650.000 T/año, de naftas susceptibles de reforzar la oferta de gasolinas sin recurrir a la instalación de unidades de fraccionamiento de las refineries.

CONCLUSIONES

El sistema alimentario español requiere para suministrar una dieta de cierta calidad a la población española una importante inyección energética, en forma de fertilizantes nitrogenados, maquinaria, combustible, productos fitosanitarios, etc., aportación energética que, junto al riego, constituye la base del incremento de la productividad agrícola. No obstante, dada su naturaleza, en cuanto a capacidad de generación de empleo y de amortiguamiento de las tensiones inflacionistas, la agricultura puede ser el sector mejor posibilitado para el desarrollo de una política de crecimiento económico.

Sin embargo, es preciso conocer los puntos críticos desde el punto de vista energético del funcionamiento de la agricultura para obviar las dificultades que pueden condicionar ese crecimiento. Entre ellos destaca la delicada situación de la industria del amoníaco, base de fabricación de fertilizantes nitrogenados. Una línea de acción concreta para superar la situación que atraviesa el sector podría ser la fuelización de las plantas de amoníaco, proyecto que se muestra en los primeros análisis efectuados, aconsejable también desde el punto de vista de la Hacienda.



CUADRO 1

**Estimación de la evolución de la oferta/demanda
de productos petrolíferos en España
(Año 1979, Ud. mill. de toneladas)**

CRUDO IMPORTADO \approx 48,2 MMT
OFERTA POSIBLE (según Chevron, para un crudo de 33° API)

<u>%</u>		
0,04	Consumos propios	2,0 MMT
0,02	LPG	1,0 MMT
0,19	Ligeros (gasolinas + kerosenos + naftas)	9,1 MMT
0,27	Gas-oil	13,0 MMT
0,48	Fuel-oil	23,0 MMT
		48,1 MMT

CONSUMO

Ligeros (gasolinas + kerosenos + naftas) 10,2
Fuel-oil 19,0

Estimación del *déficit de ligeros* $9,1 - 10,2 = -1,1$ MMT

Según el P. E. N. este déficit se incrementará, suponiendo que se establezca el abastecimiento de crudo en un 3,6 por 100 acumulativo anual.

Estimación del *excedente de fuel-oil* $23,0 - 19 = 4$ MMT

Teniendo en cuenta la incidencia de la crisis económica no parece que su consumo vaya a aumentar en los próximos años.

CUADRO 2

**Estimación de los precios medios
de los productos implicados en la fabricación
del amoníaco (en el mercado de Rotterdam)**

<i>Ud. €/T</i>	<i>Gas natural</i>	<i>Naftas</i>	<i>Fuel oil</i>
Precio de los <i>inputs</i> : valor medio del año	90	325	130
Coefficiente técnico de producción	0,75	0,9	0,97
Coste de la materia prima	67,5	292,5	126,1
Precio del <i>output</i> (amoníaco)	180	180	180
Margen bruto sobre la materia prima	$\approx + 112$	$\approx - 113$	$\approx + 54$
$\Delta + 5$			

Fuente: Platt's Oilgram News, Dirección General de Aduanas.