

Agrocombustibles: puntos de vista

El debate sobre los agrocarburantes y la necesidad ético-política de autocontención

Jorge Riechmann

[En el número 94 publicamos el artículo “Agrocombustibles: todavía no somos autómatas” de Mónica Vargas. En la presentación de la revista, anunciamos nuestra intención de publicar otros puntos de vista sobre uno de los temas actuales más polémicos dentro de la izquierda social y política. Los artículos de Jorge Riechmann y Miguel Muñiz que vienen a continuación son dos valiosas contribuciones a este debate].

Si podemos obtener etanol a partir de cebada, o biodiesel a partir de colza, y con ello hacer funcionar los motores de nuestros automóviles, camiones y autobuses, ¿no se apunta hacia una solución “verde” del problema del transporte? Estos nuevos biocombustibles o agrocarburantes /1 ¿acaso no son energía renovable para hacer funcionar nuestros enormes volúmenes de transporte motorizado?

Las cosas no son tan sencillas, como resulta obvio para cualquiera que haya seguido -siquiera en los medios masivos- el intenso debate sobre agrocombustibles que se desarrolla desde hace meses. Si cultivamos plantas para el transporte motorizado ¿será posible producir suficiente alimento, fibras y otras materias primas para una enorme población humana que aún sigue creciendo? Si ya el mero anuncio de que EE UU y la UE planean aumentar sus cuotas de consumo de agrocombustibles en los próximos años basta para disparar los precios de cereales y oleaginosas en los mercados mundiales, ¿qué ocurriría si se tratase de sustituir con estos combustibles “verdes” una porción significativa del desbocado consumo actual de petróleo? Cuando ya hoy se destina un exceso de tierras en países del Sur a alimentar la cabaña ganadera de los países ricos, a esta “importación de suelo” (y de agua, y de otros recursos naturales) vía piensos para el ganado ¿vamos a añadir ahora la de los agrocombustibles, con el enorme tirón de demanda que proviene del sobredimensionado parque automovilístico de los países ricos? Y si el tirón del aceite de palma en los mercados mundiales de aceites para alimentación ya viene bastando, en años recientes, para aniquilar enormes extensiones de selva tropical en países como Indonesia y Malasia -empobreciendo a las poblaciones indígenas y poniendo a especies como los orangutanes al borde de la extinción- ¿qué sucederá si la demanda de aceites vegetales se

multiplica, a medida que aumente el consumo de biodiesel? Es obvio que son demasiadas preguntas para tratar de contestarlas en un artículo breve /2, pero al menos podremos desbrozar inicialmente la cuestión y esbozar algunas ideas.

Aprovechamientos de la biomasa

Entre las formas de energía renovable, sólo la biomasa (la materia viva de microorganismos, plantas... y animales) puede almacenarse sin más, y procesarse para proporcionar otros productos sólidos, líquidos o gaseosos. La biomasa es energía química ya almacenada, por ejemplo en forma de paja o leña, y no requiere baterías u otras tecnologías de almacenamiento: esto supone una gran ventaja. Pero precisamente porque es materia sólida, el cultivo y procesamiento de la biomasa puede causar impactos ambientales significativos. Y no hace falta estar muy informado sobre los problemas socioecológicos causados por la “revolución verde” para tener conciencia de que las formas de agricultura (y ganadería) industrial que hoy prevalecen a menudo acarrear un coste humano muy considerable /3.

La biomasa proporciona tanto materiales como energía, y su uso -ya muy importante hoy en día- tendrá cada vez más relevancia en el futuro. En efecto, *las futuras sociedades sostenibles* -si realmente logramos avanzar hacia ellas- *deberán basarse ampliamente en recursos renovables*, lo cual quiere decir: energías renovables (en lo que hace a energía) y biomasa (en lo que hace a materiales). Así, cabe esperar que en los decenios próximos se incremente constantemente la competencia por un recurso básico y escaso: el suelo fértil. *La producción basada en recursos fósiles y minerales debería retroceder en beneficio de la producción basada en biomasa* (no sólo alimentos, fibras y agrocombustibles, sino también, por ejemplo, materiales básicos para la química verde), lo cual por una parte *introducirá nuevas tensiones en agrosistemas y ecosistemas ya muy tensionados*, y por otra parte, contrariando una tendencia secular del capitalismo industrial, *acrecentará el peso económico y sociológico del agro*.

Hoy, según la FAO, la biomasa proporciona el 14% de la energía primaria mundial (y a los países del Sur, eufemísticamente llamados “en vías de desarrollo”, les proporciona aproximadamente un tercio de su energía) /4. Pero *el uso de “bioenergía” no es sostenible per se*: basta con caer en la cuenta de que los combustibles fósiles -cuyo uso, desde hace decenios, es manifiestamente insostenible- al fin y al cabo, también constituyen una forma de bioenergía (biomasa fosilizada, precisamente). La biomasa es un recurso natural renovable, pero abusar del mismo lo transforma en no renovable. *El problema, sobre todo, es de escala*: ciclos productivos sostenibles a escala pequeña y local pueden convertirse en insostenibles a gran escala, y en un mundo globalizado.

Si hablamos de “bioenergía”, o biomasa con fines energéticos, hoy por hoy nos estamos refiriendo básicamente a cuatro realidades:

Semillas oleaginosas (colza, soja, girasol, linaza, etc). Sus aceites vegetales se pueden transformar fácilmente en biodiesel para uso en el transporte. Este proceso gene-

ra además grandes cantidades de subproductos vegetales, que se pueden utilizar como combustible conjunto para la generación combinada de calor y electricidad.

De las *plantas amiláceas* (trigo, maíz, remolacha, patatas, etc) se puede obtener etanol por fermentación. Este proceso también genera grandes cantidades de paja y otros residuos biológicos, que cabe utilizar en la generación conjunta de calor y electricidad, o se pueden convertir en etanol utilizando otras tecnologías “de segunda generación” (actualmente en fase experimental).

Las *plantas lignocelulósicas* (hierbas, árboles de crecimiento rápido, madera y residuos de madera, etc.) se pueden utilizar para la producción de etanol, de biodiesel sintético (por el procedimiento de Fischer-Tropsch) o para alimentar calderas para la generación conjunta de calor y electricidad. Aquí tenemos todo un arco que va desde los aprovechamientos más primitivos (quemar leña en hogares abiertos) hasta los más avanzados, aún en fase experimental (cuando se habla de *agrocombustibles de segunda generación* /5, precisamente el “producto estrella” es el etanol lignocelulósico, al que se anudan muchas esperanzas tecnológicas /6).

Los *residuos domésticos biodegradables, el estiércol*, etc, pueden servir para producir biogás. El gas que se genera es metano, que tiene propiedades similares al gas natural -de origen fósil- y, por lo tanto, puede servir para los mismos usos, por ejemplo como combustible para transporte, o en la generación conjunta de calor y electricidad.

Agrocombustibles son muchas cosas diferentes, y hay que distinguir

Cuando, estos últimos años, tanto EE UU como la UE han puesto en marcha planes y normativas para incrementar sustancialmente su uso de agrocarburos /7, se han alzado numerosas voces críticas, tanto en el Norte como en el Sur del planeta. Los problemas principales que puede causar un uso excesivo de agrocombustibles y agrocarburos (sobre todo si los países ricos los importan masivamente de países tropicales con sistemas económico-políticos poco sensibles hacia las necesidades de las poblaciones pobres y hacia la vulnerabilidad ecológica) son: (a) *la deforestación y destrucción de ecosistemas* (presiones en zonas ecosensibles ya muy amenazadas, como las selvas tropicales); (b) *los efectos sobre la fertilidad del suelo, la disponibilidad y calidad del agua y la utilización de plaguicidas*; (c) *los desplazamientos de cultivos* (que pueden en peligro la seguridad alimentaria); y (d) *la expulsión de poblaciones* en amplias zonas del mundo /8. Y ello ¡sin lograr reducir de modo significativo el uso de combustibles fósiles, sino cambian profundamente las pautas de producción y consumo!

En mi opinión, no se puede zanjar el debate con un “sí a todo” o con un “no a todo”. Una cosa es el aprovechamiento de biomasa residual (p. ej. biodiesel a partir de aceites usados) y otra muy distinta el uso de superficies agrarias para cultivos energéticos (p. ej. plantaciones para aceite de palma en zonas tropicales) *en un planeta que es un full-world*, que ya está lleno o saturado ecológicamente. Por lo que hoy sabemos, en el desarrollo de sus plantaciones Indonesia -orientada al mercado

mundial- parece estar haciéndolo muy mal, mientras que Uruguay -con un modelo de desarrollo autocentrado- parece hacerlo bastante bien, etc.

Pero, por desgracia, *los agrocombustibles y agrocarburantes sostenibles sólo harían una pequeña aportación al actual consumo energético /9; aportaciones significativas serían sin duda insostenibles /10*. Por tanto, no suponen ninguna panacea para la crisis energética.

Un par de cálculos sobre necesidades de suelo

La hierba *switchgrass* tiene un excelente balance energético, mucho mejor que los otros cultivos para agrocarburantes: el cociente salidas de energía (como biomasa)/entradas de energía es 14'52. Sin embargo, un rápido cálculo muestra que *aunque todas las fincas de los Estados Unidos fuesen convertidos en productoras de pasto switchgrass, no producirían suficiente etanol celulósico para abastecer el consumo actual de combustibles fósiles /11*. En efecto, el pasto *switchgrass* tarda varios años en madurar. La cosecha puede ir desde un rango de cero -pérdida completa-, hasta obtener 20 Tm. o más por hectárea, dependiendo de la cantidad de lluvias. Una cosecha de 15 Tm./ha es considerada buena y puede proveer cerca de 250 GJ/ha. de energía química bruta al año. Si esta energía se convierte con un 70% de eficiencia en electricidad, etanol, metanol etc., serían necesarios al menos 460 millones de hectáreas para producir los 80 EJ (1 ExaJulio = 10 elevado a la 18 julios) de energía fósil usada en Estados Unidos cada año. Pero el total de tierras agrarias de Estados Unidos asciende a 380 millones de hectáreas, de las cuales 175 millones se destinan a cultivos cosechables.

Según un estudio de la OCDE de 2006, en Europa tendríamos que destinar *el 72% de la superficie agraria a cultivos energéticos para producir sólo el 10% de los carburantes consumidos*. En Estados Unidos -el mayor exportador mundial de cereales y de oleaginosas hasta hace poco- la superficie destinada a este tipo de producción sería el 30% de las tierras de cultivo; en Canadá el 36%; en Brasil el 3% (con mejores rendimientos agrícolas y menos consumo de combustible); *en el mundo como un todo, el 9% /12*.

Según las cifras oficiales de la Comisión Europea en su Plan de Acción sobre la Biomasa (COM (2005) 628 final), para el 5'75% de agrocarburantes necesitamos el 17'5% de la SAU (Superficie Agraria Útil europea). Entonces, una sencilla regla de tres muestra que para el 10% de biocarburantes hace falta el 30'4% de la SAU, y 100% de biocarburantes exigiría más del 300% de la SAU, más de tres veces el total de tierras cultivables de la UE.

El problema de fondo es el sobreconsumo energético

El problema de fondo es el sobreconsumo energético: de ahí la importancia decisiva de la autolimitación (ahorro y conservación de la energía). En 2003, el biólogo Jeffrey Dukes (Universidad de Utah, EE UU) calculó que los combustibles fósiles que quemamos en un año se formaron en tiempos prehistóricos a partir de materia orgánica *"que contenía 44 x 10 elevado a 18 gramos de carbono, lo cual es más de 400 veces la productividad primaria neta de la biota actual del planeta"*. En el muy ineficiente proceso de convertir biomasa prehistórica en petróleo o gas natural, para llegar a un galón de gasolina (que procede de 4'87 kilogramos de petróleo) fueron necesarias nada menos que 98 toneladas de biomasa prehistórica /13.

Para decirlo claramente, eso significa que cada año utilizamos el equivalente a cuatro siglos de plantas prehistóricas (incluyendo el fitoplancton). O que cada día

usamos el equivalente en combustibles fósiles de toda la nueva materia vegetal que tarda más de un año en crecer sobre la tierra y en los océanos. Sólo este cálculo evidencia que la idea de que podemos simplemente reemplazar la herencia fósil -y la extraordinaria densidad energética que nos da- por energía de la biomasa, constituye un enorme autoengaño.

En particular, *intentar mantener los niveles actuales de consumo de carburantes para transporte es insensato*, ya provengan los mismos de combustibles fósiles o de biomasa /14. Como dicen los Sin Tierra de Brasil, “*el modelo actual de desperdicio energético y de transporte individual debe ser sustituido por un modelo fundado en el transporte colectivo*”.

Para concluir: importancia de la autocontención

El debate sobre los agrocombustibles tiene implicaciones de muy largo alcance, y se vincula estrechamente con la crítica de los insostenibles modelos energéticos y de transporte que hoy prevalecen. En una perspectiva de sostenibilidad, hemos de promover el uso de recursos renovables a expensas de los no renovables: pero desde la clara conciencia de que *la mera sustitución de unos por otros, dentro del marco actual, no supondrá avances significativos* /15. Es menester cambiar ese marco -las pautas actuales de producción y consumo- de forma que se vuelva factible reducir drásticamente el consumo de energía y materiales en el Norte sobredesarrollado -y a escala mundial-, asegurando al mismo tiempo la razonable satisfacción de las necesidades humanas básicas.

Un uso sostenible de la tierra -ese recurso productivo básico, que es al mismo tiempo un sistema vivo- *implica autolimitación*. En la práctica eso quiere decir sobre todo, en nuestra vulnerable biosfera y a comienzos del siglo XXI: *gestión de la demanda para reducir la movilidad individual motorizada* /16, y *para reducir el consumo de carne* /17. Creo que hay que insistir una y otra vez en estas propuestas de autocontención: no podremos liberar tierra suficiente para los nuevos usos (y para acoger a la población humana aún infraconsumidora, y la aún por venir) sin: (a) empujar nuestros sistemas de transporte hacia las formas de transporte colectivo por tierra y mar (mucho más eficientes que el transporte individual y el transporte aéreo), así como hacia el transporte no motorizado (pedalear y caminar más); y (b) empujar nuestras dietas hacia los primeros escalones de la pirámide alimentaria (o la cadena trófica), vale decir, consumir muchos más vegetales y mucha menos carne y pescado.

De manera general, *una sociedad basada en energías renovables* (incluyendo la energía procedente de biomasa) *resultará sostenible sólo con niveles de consumo energético muy inferiores* a los que hoy prevalecen en los países industrializados. El intento de mantener los niveles de consumo con mera sustitución de fuentes -introduciendo, por ejemplo, mucho agrocombustible o mucha energía nuclear- lleva previsiblemente al desastre.

Jorge Riechmann trabaja como investigador del Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS).

1/ Suele hablarse de agrocombustibles para quemar, y agrocarburantes para transporte motorizado: pero no siempre se respeta esta distinción. Por otra parte, organizaciones como la Coordinadora Campesina Europea precisan que “*al término de ‘bio-combustibles’, preferimos el término ‘agro-combustibles’ (el petróleo también es un producto resultante de seres vivos)*”. “*Los agro-combustibles industriales no van a contribuir a solucionar ni la crisis agrícola, ni la crisis climática*”, comunicado de prensa de la CPE (Coordinadora Campesina Europea), 23 de febrero de 2007.

2/ He preparado una extensa presentación de *power point* sobre biomasa y agrocombustibles, que puede consultarse en la página web de ISTAS; y por otra parte he fijado algunos criterios en el artículo “*Biomasa y agrocombustibles: veinte tesis*”, que escribí para el número 34 de la revista *Ecología Política*.

3/ Puede consultarse al respecto mi ensayo *Cuidar la T(t)ierra. Políticas agrarias y alimentarias sostenibles para entrar en el siglo XXI* (Icaria, Barcelona, 2003).

4/ Aunque algunos países del Norte emplean biomasa en grandes cantidades: en Austria supone el 14% de la energía primaria, en Suecia el 18%, en Finlandia el 20%. En el promedio de la UE-15 y en EE UU representa el 4% aproximadamente.

5/ Más allá de la “primera generación” hoy operativa, básicamente, bioetanol a partir de caña de azúcar, cereales o remolacha, y biodiesel a partir de semillas oleaginosas.

6/ Sus defensores afirman que el etanol celulósico contiene entre cuatro y seis veces más energía que la invertida en su producción (Crystal Davis: “*Global biofuel trends*”, *Earth Trends Update* de marzo de 2007). Esta *ratio* es mucho peor en el bioetanol “de primera generación” a partir de cereales, remolacha o patata.

Otra idea tecnológicamente esperanzadora es ir a la base de la cadena alimentaria marina, el fitoplancton, para obtener biodiesel. “*Más del 50% de la masa de las decenas de miles de especies de algas que componen el fitoplancton en los océanos es aceite. ¿Para qué quieren tanta grasa? Simplemente porque tiene menos densidad que el agua y flota en el mar con el fin de estar cerca de la superficie donde llega la luz solar, que es la mitad de su dieta junto al dióxido de carbono en la fotosíntesis.*” Gustavo Catalán Deus en *El Mundo*, 28/5/2007.

7/ La Directiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo y el Consejo, de 8 de mayo de 2003, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte, fijó el objetivo de un 5,75% de los combustibles para transporte en 2010. (El objetivo intermedio para 2005, una cuota del 2 % de biocarburantes, no se alcanzó.) Por otra parte, se aprobaron un *Plan de acción sobre la biomasa* (COM(2005) 628, adoptado el 7 de diciembre de 2005 y una *Estrategia de la UE para los biocarburantes* (comunicación de la Comisión, COM(2006) 34 final, de 8 de febrero de 2006.) Finalmente, el Consejo Europeo de marzo de 2007 fijó el objetivo de un 10% de biocombustibles respecto al consumo total de gasolina y gasóleo para transporte en 2020.

8/ Por no referirme sino a una de estas cuestiones, los requerimientos de agua en un mundo que ya padece escasez de agua potable: si consideramos no sólo las fases de elaboración industrial de la agroenergía, sino también la fase de cultivo, entonces se aprecian los enormes requerimientos de agua. En promedio mundial, la biomasa necesaria para producir un litro de agrocombustible evapora entre 1.000 y 4.000 litros de agua. En la húmeda Brasil son necesarios 2.200 litros de agua de lluvia por cada litro de etanol de caña. En la árida India se precisan 3.500 litros de agua de regadío por cada litro de etanol de caña (datos del International Water Management Institute (IWMI), con sede en Sri Lanka. Pueden consultarse en <http://www.scidev.net/content/opinions/eng/biofuel-crops-could-drain-developing-world-dry.cfm>).

Un estudio suizo muy completo del Instituto EMPA (encargado por el gobierno suizo) ha realizado Análisis de Ciclo de Vida para una gran variedad de agrocarburantes, comparando sus impactos ambientales totales (no sólo en emisiones de GEI). *En muchos casos, estos impactos son mayores para los agrocarburantes que para los carburantes fósiles* (sobre todo por los impactos causados en la fase de cultivo). Así, por ejemplo, el diésel convencional tiene un impacto de 185 UBP (*Umweltbelastungspunkte*, “puntos de impacto ambiental”); el biodiesel a partir de colza en Suiza, 350 UBP; y el biodiesel brasileño a partir de soja, 540 UBP. La gasolina fósil, 200 UBP; el etanol a partir de caña de azúcar en Brasil, 250 UBP; el etanol a partir de maíz en EE UU, 520 UBP; el etanol a partir de patatas en Suiza, 970 UBP... Rainer Zah y otros, *Ökobilanz von Energieprodukten: ökologische Bewertung von Biotreibstoffen*, Berna, mayo de 2007. Puede consultarse en <http://www.news-service.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/8514.pdf>.

9/ Se puede ciertamente fabricar biodiesel con aceites usados: pero, en un país como el Reino Unido, ello sólo proporcionaría unas 100.000 toneladas anuales, 1/ 380 de la demanda de combustible para el transporte por carretera. Monbiot, “*Fuel for nought. The adoption of biofuels would be a humanitarian and environmental disaster*”, *The Guardian*, 22/11/ 2004.

10/ En 2005, EE UU transformó el 18% de su cosecha de maíz (55 millones de Tm.) en etanol para automoción: eso sólo supone el 1% del uso de petróleo en ese país, y el 3% del consumo de combustible destinado a la automoción (datos de David Pimentel y Lester R. Brown: “*Supermarkets and service stations now competing for grain*”, boletín del *Earth Policy Institute*, 13 de julio de 2006). Un reciente estudio sobre el impacto agrícola de los biocarburantes realizado en Estados Unidos concluye que si se destinara a la producción de etanol y biodiesel toda la producción de maíz y de soja de este país (jun gigante agropecuario y un campeón de la agroexportación!), sólo se cubriría un 12% de la demanda interna de gasolina y el 6% del gasóleo (Hill, J., Nelson, E., Tilman, D., Polansky, S. y Tiffany, D. “*Environmental, economic and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels*”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* vol. 103, No. 30. 11206-11210. 25 de julio de 2006).

11/ Seguimos aquí a Mae-Wan-Ho, "Biofuels for oil addicts, cure worse than addiction?", en AAVV, *Which Energy? 2006 Energy Report from the Institute of Science in Society*, ISIS 2006. Puede consultarse en <http://www.twinside.org.sg/title2/par/whichEnergy.pdf>

12/ *Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels*. OCDE, febrero 2006. Puede consultarse en www.oecd.org/dataoecd/58/62/36074135.pdf. Supuestos del estudio: rendimientos agrícolas y tecnologías actuales, sin comercio internacional, y sin usar tierras marginales o apartadas de la producción (los porcentajes se refieren a la superficie de cultivo actual).

13/ Véase Dukes y Jeffrey, S., (2003): "Burning buried sunshine: human consumption of ancient solar energy", *Climatic Change* 61 (1-2), págs. 31-44. Un resumen del mismo en <http://web.utah.edu/unews/releases/03/oct/gas.htm>.) Otro cálculo del mismo artículo de Dukes: es cierto que podemos aprovechar con mayor eficiencia la biomasa de plantas actuales, ya sea quemándolas, ya transformándolas en agrocombustibles. Aun así, el consumo anual de combustibles fósiles -siempre con datos de 1997- equivale al 22% de todas las plantas terrestres (lo cual supone un incremento de más del 50% respecto a la cantidad de plantas que ahora arrancamos o eliminamos cada año).

14/ Según estimaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPyA), el potencial máximo de biomasa en España -excluyendo cultivos agroenergéticos- sería de 11 Mtep (millones de toneladas de equivalente de petróleo). Pero con grandes problemas de logística, que hacen que el potencial realmente aprovechable quede bastante por debajo de esa cifra (sin entrar en el espinoso problema de los usos alternativos). Una tonelada de equivalente de petróleo (tep) equivale, aproximadamente, a tres toneladas de leña seca. En cuanto a los cultivos energéticos, el MAPyA prevé que proporcionen 1'9 Mtep para 2010, tal y como se dijo en la jornada "Energías renovables: una alternativa para la agricultura del siglo XXI", organizadas por UPA en el Ministerio de Medio Ambiente, 21 de junio de 2007. Ahora bien: el consumo anual de energía primaria en España ronda los 145 Mtep (145.841 Ktep en 2005); más de las 4/5 partes proceden de los combustibles fósiles. Por tanto, en un escenario de uso intensivo con recursos nacionales la biomasa apenas podría proporcionar el 7% del consumo actual de energía primaria, según las cifras oficiales.

15/ Una productiva discusión de estas cuestiones en Stefan Brinzeu y otros, *Towards a sustainable biomass strategy*, Wuppertal Paper 163, Instituto Wuppertal, junio de 2007. Los autores insisten en que el uso "en cascada" de la biomasa -primero para fabricar productos materiales, y luego recuperando el contenido energético de los mismos; esto es, primero biomateriales y luego bioenergía- permitiría mejorar mucho la eficiencia de su aprovechamiento.

16/ "Es insaciable el apetito mundial del automóvil. El maíz que se necesita para llenar el depósito de 100 litros de un 4x4 es el mismo que se necesita para alimentar una persona durante 1 año. Es decir, suponiendo que se consume un depósito cada dos semanas, alimentar a un coche con etanol durante un año equivale a lo que comerían en ese mismo periodo de tiempo 26 personas" (Brown, L. R.: "Supermarkets and service stations now competing for grain", boletín del *Earth Policy Institute*, 13 de julio de 2006 -puede consultarse en <http://www.earth-policy.org/Updates/2006/Update55.htm>).

17/ Lo argumenté en el capítulo 11 de *Cuidar la T(tierra), op. cit.*