

Agricultura, industria y sostenibilidad

La agricultura debe tener siempre presente el problema de la sostenibilidad de la población y de la naturaleza. Los biocombustibles serán la nueva frontera agrícola.

Por Andrea Bedosti

El repaso histórico hecho en los artículos precedentes nos lleva a las siguientes conclusiones:

- La revolución agrícola e industrial está basada en el uso masivo de energía fósil.
- La enorme superficie deforestada y roturada, sobre todo en América, ha permitido aumentar notablemente la superficie cultivada.
- El empleo de la cada vez más eficiente tecnología agronómica, conjuntamente con el de las máquinas agrícolas, ha permitido aumentar la productividad de cada hectárea en 20 a 30 veces respecto al pasado.
- Se ha invertido la relación entre población rural y urbana. Actualmente en los países desarrollados menos del 4% de la población se dedica a la agricul-

tura, mientras que hace años es porcentaje era 96%.

El crecimiento de la producción agrícola ha seguido una curva exponencial semejante al crecimiento de la población. La humanidad, gracias a la tecnología y al uso de la energía acumulada en las eras anteriores, puede sostener una población de 6.400 millones de personas.

La crisis del sistema actual

Pero debemos preguntarnos si el sistema actual en el que se basa la sostenibilidad de la población humana es estable o inestable. ¿Cuál es la tendencia? ¿Cómo puede la agricultura en general y la maquinaria agrícola en particular interactuar con esa dinámica?

Éstas son cuestiones importantes que deben ser tenidas en cuenta por

quienes tengan la responsabilidad del futuro de la sociedad humana. También debe preocupar a quienes tengan la responsabilidad del desarrollo industrial que debe producir bienes y servicios en consonancia con las necesidades de la sociedad en evolución.

Ya hemos visto que la agricultura empezó hace 12.000 años con el cultivo de los cereales. Es interesante observar los cuadros II y III donde se muestra la superficie cultivada, productividad, producción total y consumo de cereales en las grandes zonas del mundo.

Del cuadro II se deduce que en la campaña de 2005, según los datos de la FAO, la producción mundial ha sido de 1.903 millones de toneladas, lo cual supone 10 millones de toneladas más que el consumo. Se ha tenido, por tanto, un pequeño incremento de

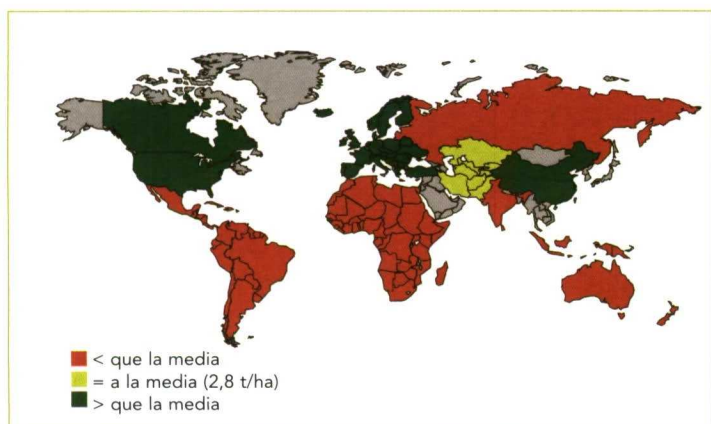


Figura J. Productividad de cereales

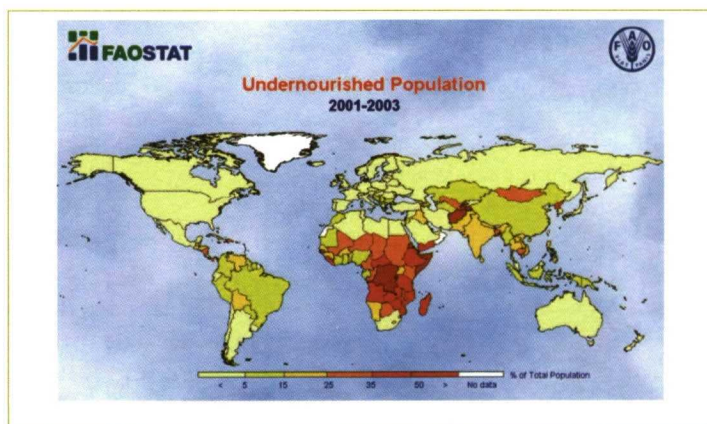


Figura K. El mapa de la desnutrición.

reservas. Pero de las nueve grandes zonas geográficas, seis son deficitarias y sólo tres son excedentarias: Oceanía, Norte América y Europa Occidental. Se observa también que la productividad media es 2,8 t/ha (solo diez veces la de la época de Columela); este valor es tan bajo debido a las bajas productividades obtenidas en África, Hispanoamérica, Asia, Oceanía y Rusia.

En el **cuadro III**, aunque se repiten los mismos datos que en el **cuadro II**, se ha desglosado la producción de algunas zonas para observar que China ya está cerca de la autosuficiencia para sus 1.300 millones de habitantes y con una productividad bastante buena, y que la India ya es autosuficiente aunque sus tierras son menos productivas. La insuficiencia estructural de Rusia e Hispanoamérica se debe principalmente a su baja productividad (**figura J**).

El estudio de estas dos tablas demuestra la existencia de un desequilibrio en el sistema de sostenibilidad de la población humana, o bien algunas crisis directas y otras indirectas:

- Desequilibrio de productividad entre zonas geográficas.
- Desequilibrio de la producción y disponibilidad de alimentos.
- Dinámica de las poblaciones.
- Disponibilidad energética.
- Disponibilidad de la superficie agrícola.
- Disponibilidad de agua.

Del desequilibrio geográfico de la producción, en parte mitigado con las exportaciones, se deriva el desequilibrio de los recursos alimenticios, con los consiguientes problemas de desnutrición (**cuadro IV**, **figura K**).

Más de 900 millones de personas, el 14% de la población mundial, sufre hambre.

Los desequilibrios actuales de población y recursos alimenticios son un grave problema que está en el origen de muchos conflictos sociales, guerras y migraciones. Estos problemas se manifiestan en la actualidad y pueden ir a más en un futuro próximo; sobre todo si, como demostraremos a continuación, el actual equilibrio de la sostenibilidad de la población continúa deteriorándose.

Cuadro II. Superficie, producción y consumo de cereales en el mundo.

	Superficie cultivada (millones hectáreas)	Productividad (t/ha)	Producción (millones toneladas)	Consumo (millones toneladas)
África	86	1,1	95	137
Hispanoamérica	48	2,7	130	146
Asia	303	2,7	818	865
Oceanía	18	2,0	36	13
Norte América	78	5,1	398	285
Europa Occid.	38	5,6	213	194
Europa Orient.	25	3,2	80	81
Rusia	78	1,4	109	117
Otros	8	3,0	24	55
TOTAL	682	2,8	1.903	1.893

Cuadro III. Superficie, producción y consumo de cereales en el mundo.

	Superficie cultivada (millones hectáreas)	Productividad (t/ha)	Producción (millones toneladas)	Consumo (millones toneladas)
África	86	1,1	95	137
India	130	1,9	247	241
China	89	4,2	374	394
Norte América	78	5,1	398	285
Europa Occid.	38	5,6	213	194
Europa Orient.	25	3,2	80	81
Rusia	78	1,4	109	117
Hispanoamérica	48	1,1	130	146
TOTAL	682	2,8	1903	1893

Cuadro IV. Indicadores de la desnutrición

	Población (millones)	% personas desnutridas	Energía de la dieta (kcal/persona·día)
Países desarrollados	1.000	1%	3.314
Países en vía de desarrollo	4.900	17%	2.667
Países en transición	400	7%	2.939
TOTAL	6.300	14%	2.800
871 millones de personas sufren desnutrición < 2000 kcal/día			
	Italia		3.690 kcal/día
	Estados Unidos		3.795 kcal/día
	China		2.957 kcal/día
	India		2.420 kcal/día
	Rusia		3.000 kcal/día
	África		2.254 kcal/día

En efecto, si el modelo agrario basado en la mejora genética, la aplicación de productos químicos y la maquinaria agrícola ha sostenido el gran crecimiento de la población, la cual si mantiene la tasa de crecimiento anual del 1,4% alcanzará los 12.600

millones en el año 2053, ¿será capaz ese mismo modelo de ofrecer a toda la población futura el nivel de vida actual? (**figura L**, **gráfico 5**).

¿Es necesario reducir drásticamente la tasa de natalidad? Como ya se ha sugerido o, lo que es más inquietante,

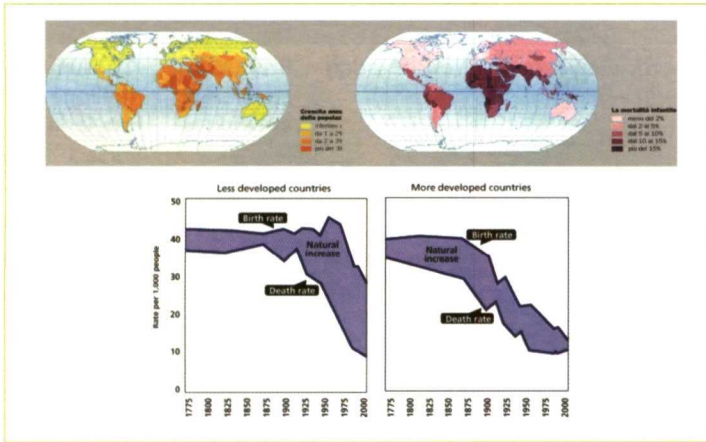


Figura L. Evolución de las tasas de mortalidad y de natalidad.

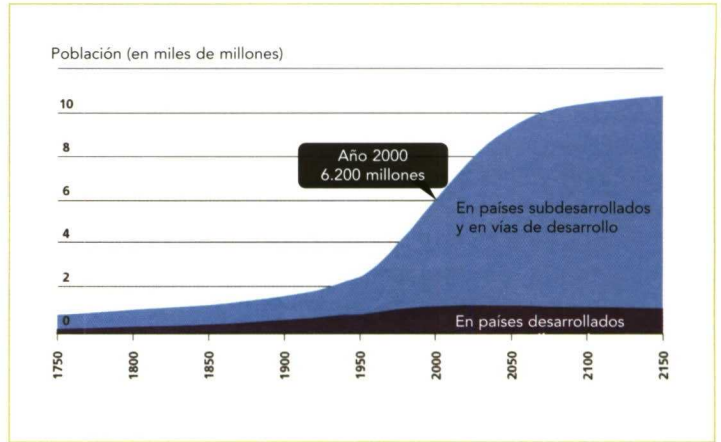


Gráfico 5. Curva de crecimiento de la población entre 1750 y 2150.

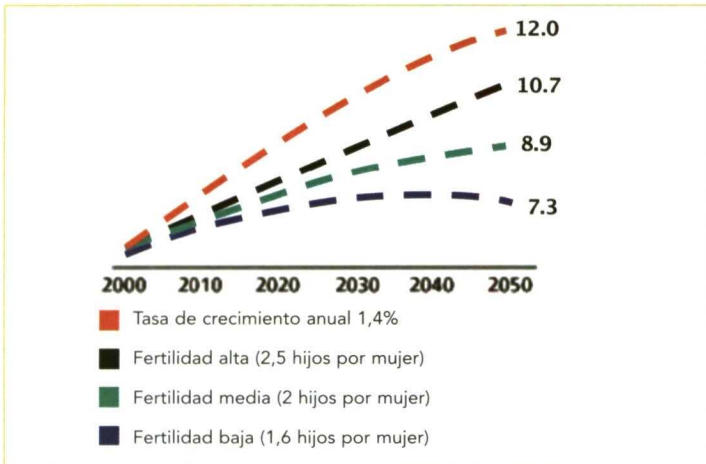


Gráfico 6. Predicciones del aumento de la población mundial.

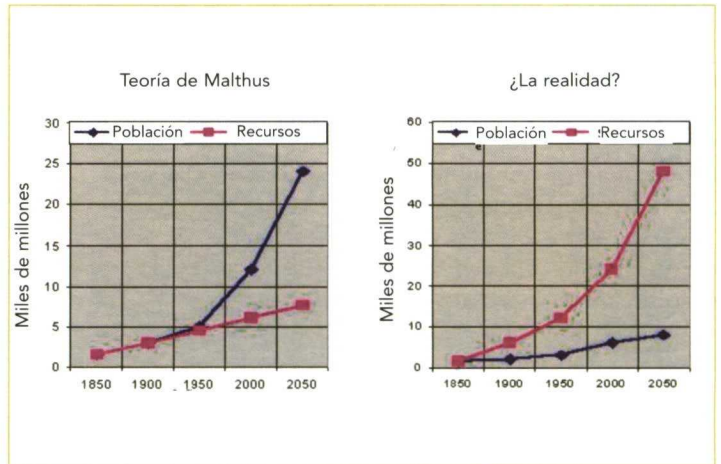


Gráfico 7. Teoría de Malthus.

podría surgir la tentación de aumentar la de mortalidad (gráfico 6).

¿Se confirmará la conocida teoría de Malthus (gráfico 7)? O, como algún optimista mal informado cree, el actual sistema de producción agrícola está bien encauzado y compensará, siguiendo las leyes de la competitividad, el crecimiento exponencial de la demanda de alimentos, de energía renovable y de materias primas para la industria química y textil.

O por el contrario, debemos dar credibilidad al modelo que se propone en el gráfico 8, según el cual la población mundial dejará de ser sostenible dentro de 30 años por falta de cambios tecnológicos radicales.

¿Por qué motivos el modelo agrícola desarrollado a partir de la II Guerra Mundial está mostrando limitaciones tan evidentes y preocupantes?

Las reservas de energía fósil, si se

mantiene los actuales niveles de consumo, se supone que se agotarán dentro de 50 años (el petróleo) y de 100 años (el carbón) (figura M).

Pero el consumo de energía crece un 2,2% anual, lo que significa que dentro de 31 años se habrá duplicado debido al enorme crecimiento demográfico, industrial y de nivel de vida en China e India.

En Estados Unidos se consume una media de 8.740 litros de petróleo por habitante mientras que en China esa media está actualmente en solo 700 litros, pero el consumo de China está creciendo rápidamente al tiempo que disminuyen las reservas (cuadro V).

También están descendiendo drásticamente las reservas de agua dulce (figuras N y O).

En los países desarrollados, un ciudadano necesita al menos 18 m³ de agua al año, pero este privilegio sólo

lo disfruta el 15% de la población mundial.

¿Qué sucederá cuando los habitantes de otros lugares se acerquen a los niveles de vida de Europa y norteamérica?

La urbanización creciente concentrará en zonas más densamente pobladas una proporción cada vez mayor de los habitantes del planeta (gráfico 9).

La disponibilidad de nuevos territorios que dedicar a la agricultura y ganadería es cada vez más escasa. Hace 40 años había 0,5 hectáreas de terreno cultivable por cada habitante de La Tierra. Hoy queda menos de la mitad, y cada año se pierden 20 millones de hectáreas de terreno agrícola para dedicarlo a urbanizaciones e industrias (cuadro VI).

El balance anual de disponibilidad de terrenos agrícolas es negativo:

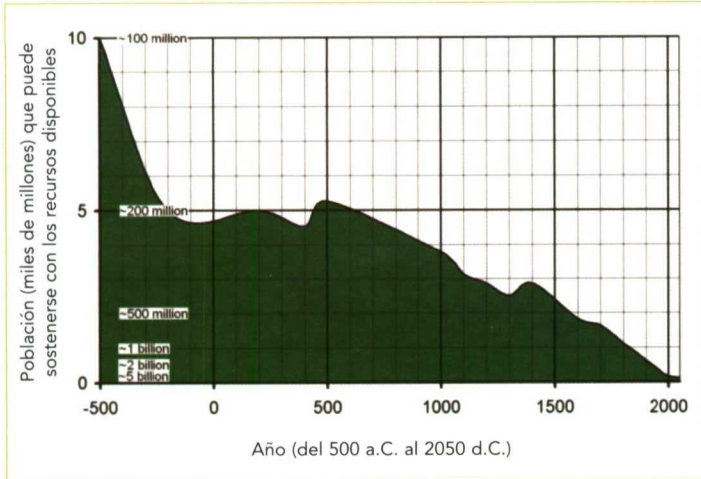


Gráfico 8. Población mundial sostenible.

Con el nivel de consumo actual:
Las reservas de petróleo se agotarán dentro de 50 años
Las reservas de carbón se agotarán dentro de 100 años

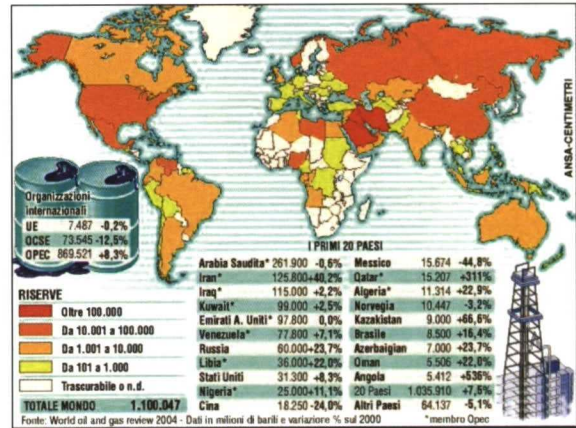
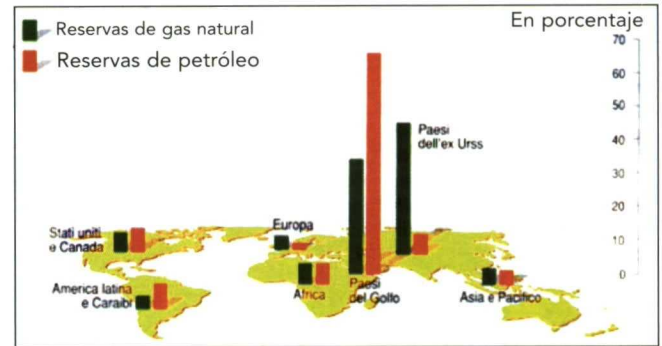


Figura M. Reservas de petróleo al nivel del consumo actual.

Cuadro V. Disponibilidad energética: consumo de los hidrocarburos per cápita.

Mundo	1.570 litros per cápita
Estados Unidos	8.740 litros per cápita
Unión Europea	2.073 litros per cápita
China	700 litros per cápita
Tasa de crecimiento del consumo energético: 2,2% en los últimos 31 años.	
Tasa de crecimiento del consumo energético: 1,4% en los últimos 49 años.	



cada año 20 millones de hectáreas son retiradas de la agricultura

Sin querer ser catastrofista, sino realista, parece evidente que el modelo productivo que ha permitido la gran expansión económica, demográfica y social de los últimos 50 años está llegando a sus límites y necesita evolucionar.

Una nueva frontera

Estamos llegando a una nueva frontera. Creemos que la nueva frontera deriva del hecho de que, a diferencia de cuanto se creía en el reciente pasado, los recursos no son ilimitados ni su utilización puede crecer exponencialmente.

La nueva frontera supone la búsqueda de mejor eficiencia, pero sobre todo el equilibrio y la armonía con el sistema natural en el que vivimos. En

este sentido debemos redescubrir y transmitir al gran público, para sensibilizarlo, el significado bioquímico, biológico, ético, filosófico y práctico de la fotosíntesis, proceso del que derivan todas las formas de vida. El perfecto equilibrio bioquímico, físico y energético de la fotosíntesis es lo que nos debe inspirar el desarrollo de un nuevo modelo de crecimiento.

Esta conclusión demuestra el gran papel que la agricultura está llamada a desarrollar en el futuro inmediato para hacer frente a los desequilibrios planetarios que estamos observando.

Y la agricultura será llamada a jugar un papel cada vez más importante, no sólo para incrementar la producción de alimentos, sino también para cultivar productos no alimenticios, entre los que los más importantes serán aceites vegetales y alcohol metílico y etílico.

Nuestro sistema global de produc-

ción de alimentos deberá dejar hueco para producir también materias primas y energía aprovechables por la industria (figura P).

El aumento de las producciones

En lo que respecta al incremento de la producción de alimentos, será imprescindible aumentar la productividad de las vastas zonas geográficas cuya rendimiento actual está por debajo de la media, y no intentar elevar más la altísima productividad por hectárea que ya tenemos en Europa (figuras Q, R y S).

A modo de ejemplo, como muestra el cuadro VII, si simplemente se elevara el rendimiento de las zonas cerealistas actualmente por debajo de la media hasta el valor medio de 2,8 t/ha, se tendría un aumento de unos 300 millones de toneladas al año,

Disponibilidad mínima de agua: 18 m³/persona y año (50 l/persona y día)
 Disponibilidad mínima de agua para la agricultura: 400 m³/año por ha
 Consumo medio en Estados Unidos y Europa: 72 m³/persona y año

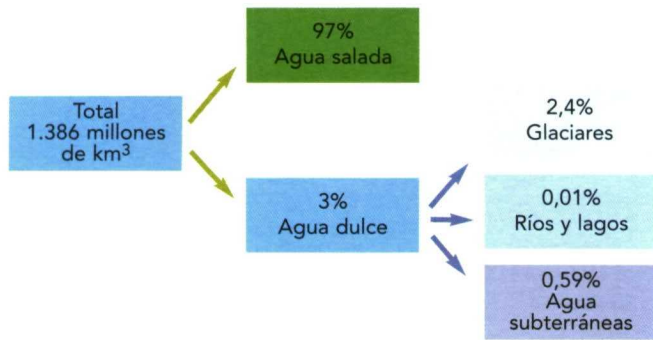
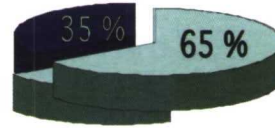


Figura N. Agua disponible.



La agricultura gasta más agua que cualquier otra actividad en el planeta (65%). De esta cantidad, casi las dos terceras partes la consumen las plantas en su ciclo de cultivo y no es recuperable.



Figura O. Reserva de agua.



equivalente al 16% de la producción actual. Aumentando la productividad de los terrenos favorables a la cereali-cultura existentes en Rusia, Asia, Oceanía e Latinoamérica al nivel de producción de Estados Unidos (5 t/ha), la producción mundial aumentaría en 980 millones de toneladas anuales, el 51% de la producción actual, sin que hubiera que incrementar la superficie cultivada.

Esto comportará, evidentemente, mayores grados de mecanización, sobre todo en lo que respecta a las tareas de recolección, cuya eficiencia puede hacer que la producción cosechada aumente un 10-15% respecto a la que se obtiene actualmente con máquinas anticuadas y poco eficientes que son las más extendidas en las zonas de bajos rendimientos.

Biodiésel y bioetanol, la gran oportunidad

El otro sector que es necesario desarrollar es el de la bioenergía. La agricultura y las máquinas agrícolas son y serán cada vez más determinantes para encauzar el proceso necesario para pasar de la dilapidación de la energía fósil al uso de los biocombustibles renovables.

La agricultura puede contribuir de modo significativo a reducir la dilapidación del patrimonio de energía fósil mediante la producción de colza, girasol, soja, maíz y otros cereales de los cuales se obtengan aceites

vegetales y alcohol (figura T).

El biodiésel o metil-éster es, sobre todo en Europa, el biocombustible más interesante, más fácilmente utilizable y para cuya producción son necesarios dos productos agrícolas: aceite vegetal y alcohol metílico.

El Ministerio norteamericano para la energía está poniendo el máximo empeño en la industrialización a gran escala de estas producciones, que económicamente son muy convenientes para hacer frente a las grandes necesidades energéticas de la economía estadounidense.

Además, la producción de biodiésel tiene ventajas medioambientales porque utiliza productos agrícolas (aceite vegetal y alcohol), y da como subproductos metil-éster y glicerina que pueden tener un uso industrial muy amplio. El proceso no contamina y el biodiésel puro utilizado en los motores diésel reduce las emisiones de gases nocivos. Tiene un poder calorífico ligeramente inferior al gasóleo obtenido del petróleo y un número de cetano superior.

La colza y el girasol son los cultivos más interesantes para la agricultura europea. De una hectárea de colza se obtiene actualmente una media de 1.000 litros de biodiésel, llegando a un máximo de 1.250 litros. De una hectárea de girasol también se obtiene como media 1.000 litros de biodiésel, con una producción máxima de 1.200 litros.

En Europa se obtienen 4 millones de toneladas de biodiésel, lo que equivale al 2,5% del gasóleo consumido en

Cuadro VI. Disponibilidad de terreno agrícola

Año	Superficie agrícola disponible (millones de hectáreas)	Población (millones de personas)	ha/persona
1960	1.500	3.000	0,5
2000	1.300	6.200	0,21

Cuadro VII. Aumento potencial de la producción de cereales

1^{er} paso: aumento de la producción de las zonas por debajo de la media hasta el nivel medio de 2,8 t/ha

África	+ 146 millones toneladas
Hispanoamérica	+ 5 millones toneladas
Asia	+ 30 millones toneladas
Oceanía	+ 15 millones toneladas
Rusia	+ 110 millones toneladas
Total	+ 306 millones toneladas

2^o paso: aumento hasta alcanzar la productividad media de norteamérica (5 t/ha)

Hispanoamérica	+ 105 millones toneladas
Asia	+ 666 millones toneladas
Oceanía	+ 40 millones toneladas
Rusia	+ 171 millones toneladas
Total	+ 982 millones toneladas

POTENCIAL CEREALISTA + 67%

automoción (cuadro VIII). Pero sólo 800.000 hectáreas están dedicadas a cultivos oleaginosos para obtención de biocombustibles; la restante materia prima para llegar a esos 4 millones de toneladas de biodiésel procede de Latinoamérica.

La agricultura europea sufre esta paradójica situación actual:

- El precio del petróleo sube vertiginosamente.

- No hay garantía de que los proveedores habituales (países árabes y Rusia) mantengan sus actuales niveles de suministro.
- El gobierno de Estados Unidos establece programas de apoyo a su agricultura en general y a la producción de bioenergía en particular.
- Las mayores multinacionales de la industria petroquímica (Esso -



Figura P. Ciclo completo de la cadena de alimentos.

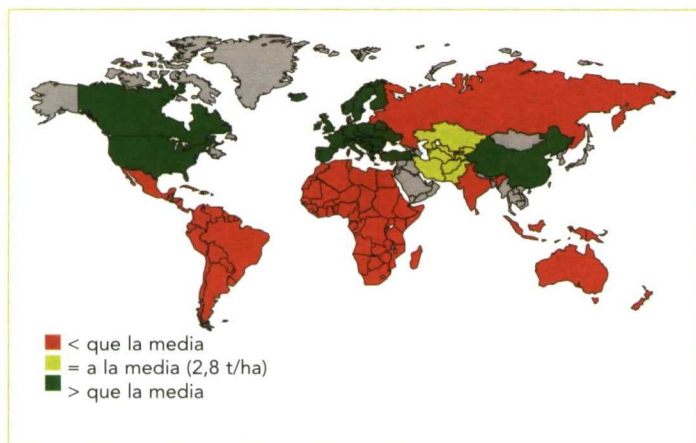


Figura Q. Productividad de cereales.

Total - BP - Shell - Dupont) han previsto inversiones millonarias para la producción de biocombustibles.

Los europeos nos perdemos entre discusiones internas y bizantinas, incapaces de dar a nuestra agricultura una misión clara, constructiva y valiosa para los ciudadanos.

Basta ver que hoy, en Europa, hay 10 millones de hectáreas subsidiadas para que no se cultiven. Los propietarios de estos terrenos reciben un subsidio pagado por todos los contribuyentes para estar inactivos.

Sólo con reconvertir el 15% de la superficie destinada a los cereales y leguminosas permitiría dedicar otros 5-6 millones de hectáreas a cultivos productores de materia prima para biodiésel, y todavía se mantendría un equilibrio entre la producción y consumo de cereales para la alimentación humana en Europa.

A la vuelta de dos o tres años la producción de biodiésel podría ser de 15 a 20 millones de toneladas, equivalente al 12% del consumo total actual de gasóil para automoción, o bien ser autosuficientes en el gasóil agrícola (gráficos 10 y 11).

La "era" del biodiésel, intuida hace ya 15 años por Raoul Gardini, es la gran oportunidad de la agricultura europea. Esta intuición genial de un italiano ha sido retrasada por nuestra habitual incapacidad de llevar a la práctica grandes proyectos.

Estamos, por tanto, en el umbral de



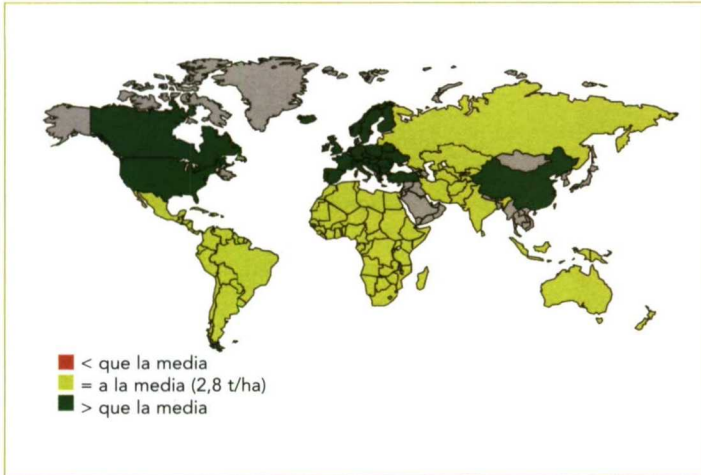


Figura R. Productividad de cereales.

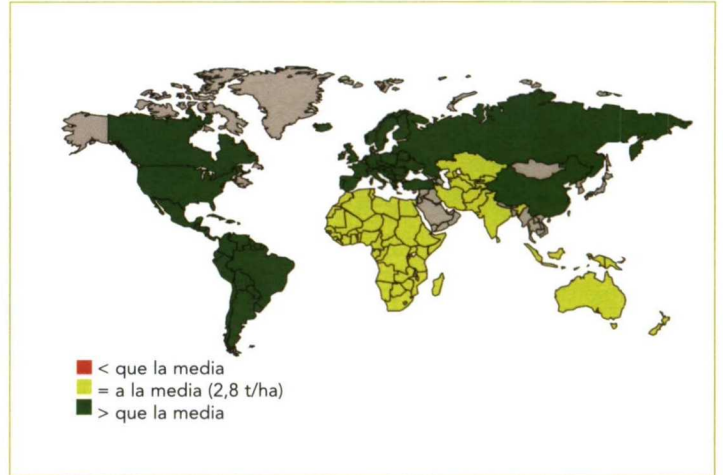


Figura S. Productividad de cereales.

una nueva frontera de la energía.

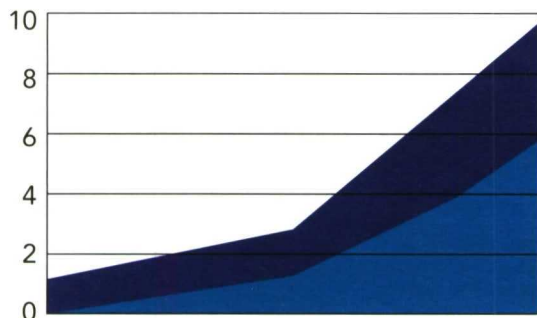
La crisis energética, que se prevé va a tener tintes dramáticos, no tendrá una solución única. Carbón, gas y petróleo serán sustituidos por una combinación equilibrada de energía nuclear, eólica y bio-agrícola. En este contexto, el biodiésel podría llegar fácilmente a cubrir el 15-20% del consumo europeo en automoción, y un porcentaje todavía mayor en otras zonas del mundo.

Cuadro VIII. El biodiésel en Europa

	Producción actual de biodiésel en Europa: 4 millones de toneladas
	Superficie cultivada: 0,8 millones de hectáreas => 680.000 toneladas de aceite vegetal
	Importación masiva de aceites vegetales americanos
Potencialidad de Europa a corto plazo:	10 millones de hectáreas subsidiadas para que no se cultiven
	5,5 millones de hectáreas de reconversión de superficie dedicada a cereales excedentarios
	1 millón de hectáreas ya existentes
	<hr/>
	Total 16,5 millones de hectáreas x 0,9 t/ha
	15 millones de toneladas de biodiésel equivalente al 10% del consumo de gasóil en Europa



Gráfico 9. Población y urbanización.



Año	1800	1900	1950	2000	2050
Población mundial (millones)	1.000	1.700	2.700	6.100	9.600
Población urbana (millones)	30	240	800	2.870	5.760
% población urbana	3%	14%	30%	47%	60%

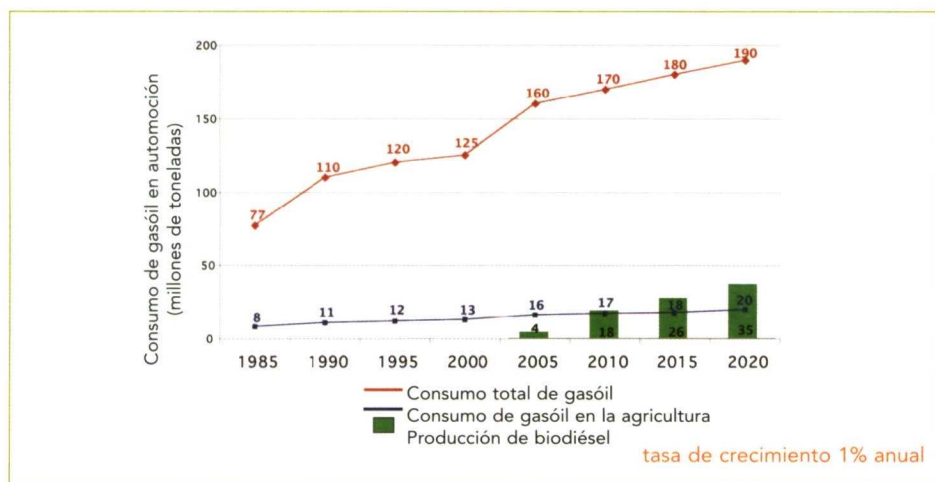


Gráfico 10. Biodiésel: oportunidad para el futuro.

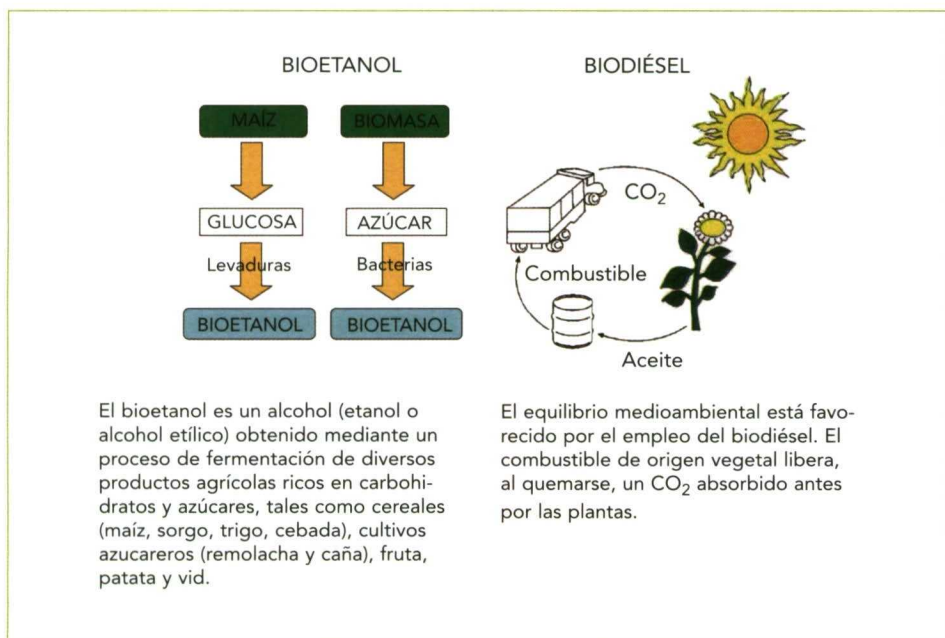


Figura T. Biodiésel y bioetanol.

Biodiésel, bioetanol y biomasa son las respuestas más naturales e inmediatas, ya que tienen su origen en la fotosíntesis, que es la forma más eficiente de aprovechamiento de la energía solar (gráfico 10).

La producción de bioenergía y de biomateriales para la industria será cada vez más importante en la agricultura del futuro.

Un gran futuro para la agricultura

El futuro de la agricultura no está vinculado sólo a la producción de alimentos para el hombre y para el ganado, sino también al suministro en una proporción cada vez mayor de materias primas y de bioenergía. Si lo pensamos bien, esto significa un retorno a los orígenes donde la agricultura era el mayor proveedor de bienes para la humanidad, y que ha sido interrumpido por el paréntesis de la época en que se han explotado los combustibles fósiles. Y también vislumbramos un gran futuro para la industria de la maquinaria agrícola.

