

---

---

*Ronald Meekhof\**

---

*La respuesta agrícola  
norteamericana a la crisis  
energética \*\**

**INTRODUCCION**

Los cada vez más escasos suministros globales de alimentos y de energía presentan desafíos importantes a la agricultura norteamericana en los años ochenta. El sector agrícola está operando a plena capacidad, dados los precios actuales de los productos y de los inputs, utilizando tierra que antes fue considerada marginal o que había sido consagrada a usos de conservación y capital, basado en el petróleo o que requiere combustibles líquidos para funcionar. Los aumentos de productividad agrícola que respondieron al reto del hambre mundial durante los años setenta serán difíciles y costosos de obtener en los ochenta. Con una demanda creciente de productos agrícolas, tanto como fuente de alimentos como de combustible, las presiones para producir a plena capacidad continuarán existiendo.

---

\* División de Economía Nacional.  
Servicio de Investigación Económica.  
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.  
\*\* Traducción de Emilio Gómez Manzanares.

Los crecientes precios energéticos alteran profundamente la pauta de utilización de los recursos en la producción agrícola, los sistemas de producción y el nivel de producción agrícola. Los productores, enfrentados con cambios en los costes relativos de los inputs basados en el petróleo y otros, y, consecuentemente, con cambios en el coste de producción de los cultivos, explorarán combinaciones de inputs alternativas. Cambios en la rentabilidad relativa de cultivos alternativos afectan aún más la pauta regional de producción y la producción total agrícola. La renta agrícola regional y total, así como la renta de los productores de cereales, semillas oleaginosas y de los ganaderos cambiarán en consecuencia.

Conforme aumentan los precios de la energía, los cereales, semillas oleaginosas, cultivos forrajeros, desperdicios de las cosechas y productos forestales se harán cada vez más atractivos como fuentes alternativas de combustible líquido. Esta demanda adicional sobre el sector agrícola altera aún más la utilización de los recursos y las decisiones de producción. Más importante aún, ella sitúa a la demanda de alimentos en estrecha competencia con las demandas energéticas e industriales en la economía norteamericana. Este factor por sí solo resultará en cambios significativos en los recursos agrícolas —alterando aún más la distribución de la renta dentro del sector agrícola y entre los sectores agrícola y no agrícolas.

Los tipos de cultivos agrícolas, sean cereales, cultivos oleaginosos, forrajes, residuos de los cultivos u otros cultivos, utilizados para su conversión en alcohol como carburante, dependen de los precios relativos, la demanda para energía de biomasa y la disponibilidad de recursos. La combinación y cuantía de los cultivos utilizados cambiará a lo largo del tiempo, con los impactos consiguientes sobre los precios de los alimentos, las exportaciones, la utilización de los recursos y las condiciones macroeconómicas. Con la demanda para energía procedente de la biomasa, los objetivos tradicionales de la política alimentaria y agrícola cambiarán probablemente, necesitando un análisis de sus implicaciones para los consumidores de alimentos domésticos e inter-

---

nacionales, el sector doméstico de la ganadería, los consumidores de carburante y los productores agrícolas.

El sector agrícola norteamericano ha respondido y continuará respondiendo al reto del nuevo régimen de precios energéticos, adoptando prácticas culturales conservadoras de energía, cambios en los tipos de cultivos producidos y una mejor gestión de los recursos. El potencial de ahorro energético es considerable en muchas prácticas de la producción agrícola. La adopción de nuevas tecnologías requerirá en muchos casos la inversión en capital conservador de energía. Tales inversiones se están en la actualidad realizando sin pérdidas en productividad que obstaculizarían el papel de los Estados Unidos en la satisfacción de las necesidades mundiales de alimentos. El sector agrícola norteamericano de 1990 diferirá significativamente del de 1981.

El segundo reto importante con que se enfrenta la agricultura americana como resultado de la crisis energética es la demanda de recursos agrícolas renovables como fuentes de energía. Actualmente el enfoque está puesto en el uso de cereales debido al conocimiento muy extendido de la tecnología de fermentación. Las consecuencias que resultan de utilizar grandes cantidades de grano son significativas y probablemente poco consistentes con las políticas económicas, energéticas y alimentarias. El sector agrícola puede proporcionar un amplio surtido de piensos que pueden ser convertidos en carburantes para sustituir o desplazar a los combustibles líquidos. Conforme se desarrollan tecnologías alternativas, otros piensos, tales como celulosa, incrementarán su utilización como fuente energética, con impacto significativamente menos adverso sobre la economía y el sistema alimentario.

Este trabajo discute las políticas anteriores y posteriores a la crisis energética como base para evaluar el cambio potencial en el consumo de energía de los Estados Unidos. Se presentan respuestas en la economía nacional, así como un marco para evaluar el cambio potencial en el sector agrícola.

Se presentan también cambios en las pautas culturales y de utilización de la energía, que tendrán lugar probable-

mente hacia 1990. Finalmente, se discute el potencial que tiene el uso de la biomasa agrícola renovable y se evalúa la opción alcohol a partir de cereales.

## **POLITICAS ENERGETICAS NORTEAMERICANAS**

Las industrias de la energía están sujetas a una amplia variedad de políticas federales —impositivas, de regulación de la seguridad, del medio ambiente, de sanidad y seguridad, antimonopolista y otras—. Estas no son consideradas generalmente como política energética y no son, por tanto, discutidas aquí. Discutiré sólo aquellas medidas de intervención del gobierno que expresan una consideración diferencial de factores que afectan a la demanda y oferta energética, o que de cualquier otra forma influyen en los mercados de la energía.

### **Políticas energéticas anteriores a la crisis de la energía**

La crisis energética en los Estados Unidos ha sido descrita apropiadamente como una crisis «políticamente inducida» (Erickson y Spann). En verdad, el historial de la intervención del gobierno en los mercados energéticos ha sido el de provocar un uso ineficiente de los recursos energéticos. Adelman describió el enfoque de la política energética norteamericana como un «sistema completo de derroche organizado». Las peticiones por una política energética nacional de carácter global fueron frecuentemente interpretadas por las ramas ejecutiva y legislativa del gobierno como si implicasen una mayor interferencia en las fuerzas del mercado de oferta y demanda cuando los especialistas en el área de la energía habían intentado todo lo contrario.

Al revisar la historia de las políticas energéticas de los Estados Unidos anteriores a la crisis de la energía, aparecen los siguientes hechos:

- La medida fiscal destinada a favorecer la extracción de recursos agotables aumentó el flujo de capital hacia la exploración y producción de petróleo y gas. Ello a su vez aumentó la oferta de petróleo proceden-

---

te de fuentes domésticas y motivó que los precios de los productos petrolíferos fueran más bajos de lo que hubieran sido en la ausencia de tal subsidio fiscal. Esta histórica política de bajos precios para la energía condujo a los grandes automóviles y a otros signos de consumo derrochador, así como al agotamiento prematuro de los recursos de la nación.

- Medidas fiscales que permitían considerar como gastos a los costes intangibles de perforación contribuyeron aún más a excesivos flujos de capital hacia la exploración del petróleo y gas.
- Un tercer concepto fiscal, el crédito al impuesto extranjero, estimuló el flujo de capital norteamericano hacia la exploración de petróleo extranjero y llevó, por consiguiente, a una rápida producción y agotamiento de los recursos.
- Contingentes forzosos de importación de petróleo fueron introducidos en 1959. Tuvieron el efecto de restringir los suministros de petróleo provenientes del extranjero y, por ello, de agotar los recursos domésticos a un ritmo más rápido.
- Los controles de precios del gas natural continuaron con la histórica política de mantener precios bajos para la energía. Los precios se fijaron por debajo de los niveles de cotización del mercado, lo que condujo tanto a un consumo derrochador como a severas escaseces, tales como las que tuvieron lugar en el invierno de 1977.
- En 1971 se instituyeron controles de precios sobre el petróleo en crudo y los productos petrolíferos. En la medida en que nuestros precios estaban fijados por debajo de los niveles de cotización del mercado, resultaron escaseces de productos. Pero se produce ahora un término abierto al suministro de petróleo. La decreciente producción doméstica unida al aumento del consumo condujeron a grandes aumentos en las importaciones con la consiguiente dependencia del extranjero y a problemas de balanza de pagos.

- 
- Cuando se establecieron diferentes precios (escalas múltiples) para los crudos de petróleo, se creó un mecanismo para decidir quién podía beneficiarse de los crudos a bajo precio y quién debiera comprar los importados a elevado precio. Esto condujo a un programa de adjudicación que requería que algunas empresas vendieran crudos a otras y a una ineficiente redistribución de la renta entre productores de energía.

### **Políticas posteriores a la crisis energética**

Desde el embargo de 1973-74, varias medidas legislativas importantes han sido puestas en vigor:

- La Ley de Adjudicación Petrolera para casos de Emergencia de 1973.
- La Ley de Política Nacional de Conservación de la Energía.
- La Ley de Política y Conservación de la Energía, y
- La Ley de Política del Gas Natural.

Los programas establecidos por tales leyes tendían a promover la conservación de la energía, a aumentar la oferta de energía y a instituir medidas que facilitasen la transición hacia mercados energéticos con una significativamente menor intervención del gobierno. En algunos casos tales medidas tuvieron éxito. En otros continuaron las ineficiencias y el derroche de anteriores décadas.

### **La Ley del Petróleo para situaciones de Emergencia de 1973**

La Ley del Petróleo como Energía en situaciones de Emergencia de 1973 es principalmente conocida por el programa de derechos («entitlements») a que autorizaba. El propósito de este programa es el de igualar el costo de refinado del petróleo crudo para todos los refinadores. Surgieron diferencias debidas a las diversas dependencias que los distintos refinadores tenían sobre el petróleo de importación, que en aquella época resultaba a un precio superior al del petróleo doméstico.

---

El programa de «entitlements» mantuvo los precios domésticos más bajos que si hubieran estado basados en el costo total del crudo importado y de esta forma redujo la exploración y producción domésticas y mantuvo nuestra dependencia de fuentes extranjeras. Al suprimirse el control de los precios de crudos, el programa de «entitlements» se hizo innecesario y subsiguientemente fue abandonado.

### **La Ley de Política Nacional de Conservación de la Energía**

La Ley Nacional de Conservación de la Energía de 1978 (N. E. C. P. A.) tenía como objetivo incrementar la conservación de la energía por medio de varios programas informativos. Las compañías eléctricas y de gas fueron requeridas para que informasen a sus clientes de las medidas sugeridas para la conservación de la energía. La N. E. C. P. A. estableció también subsidios para las medidas de conservación de la energía, tales como subvenciones para el aislamiento generalizado en viviendas de baja renta, así como subvenciones a escuelas y hospitales.

### **La Ley de Política Energética y de Conservación de 1975**

La ley establecía un sistema de objetivos energéticos para las industrias a la vez que métodos para cumplir tales objetivos. Entre otras cosas, la E. P. C. A. establecía normas sobre economía de carburantes para los fabricantes norteamericanos de automóviles.

### **La Ley de Política del Gas Natural de 1978**

Con anterioridad a la aprobación de la Ley de Política del Gas Natural (N. G. P. A.), el gas natural producido para los mercados interestatales era controlado a precios más bajos que los del mercado intraestatal no regulado. La producción destinada a los mercados interestatales disminuyó.

La N. G. P. A. puso a la casi totalidad del gas bajo controles de precios para eliminar las ineficiencias resultantes. También estableció un calendario según el cual la mayoría del gas quedaría sin regular. Esta desregulación no entrará en vigor con anterioridad a 1985. Medidas para incrementar

---

los precios fueron aprobadas para dirigir el costo del gas de mayor precio a los grandes utilizadores industriales. Los utilizadores agrícolas quedaron exentos del precio incrementado. El modelo de adjudicación prioritaria establecido en la N. G. P. A. proporcionó una protección significativa a los utilizadores agrícolas, eliminando así la incertidumbre asociada con los incrementos de precios del gas natural.

### **La respuesta norteamericana a los programas energéticos**

Los Estados Unidos han realizado un progreso significativo al responder a las condiciones que rodearon a la crisis de energía. La duplicación de los precios mundiales de la energía en 1979 renovó la incertidumbre sobre las condiciones de la energía en los Estados Unidos y añadió un sentido de urgencia a los cambios necesarios en la oferta y la demanda de energía. Las tendencias del pasado y las proyecciones indican que reducciones significativas en el consumo energético no implican un cambio radical en los sectores residencial y comercial. Los esfuerzos de conservación han estado marcados por:

- Disminución del consumo de gasolina de un 14 por 100 desde 1979, como resultado de automóviles cada vez más eficientes en el consumo de carburante y de otras medidas de conservación.
- Nuevas viviendas cada vez mejor aisladas y aislamiento de viviendas existentes.
- Electrodomésticos más eficientes desde el punto de vista energético.
- Mayor empleo de medios de transporte público en materia de tráfico rodado, y
- Una reducción de las importaciones de crudos de un 20 por 100 en 1980.

Las previsiones energéticas muestran una reducción significativa en el crecimiento del consumo de energía. El consumo de energía para 1990 se prevé que será sólo un 14 por 100 más alto que el de 1978, lo que equivale a una tasa compuesta de crecimiento anual del 1,1 por 100 (cuadro 1).

**Cuadro 1**  
**Consumo de energía en los Estados Unidos, 1978, y previsión para 1990**  
 (Cuatrillones de Btu/año)

| <i>Año y Sector</i> | <i>Carbón</i> | <i>Petróleo</i> | <i>Gas</i>       | <i>Electricidad</i> | <i>Total</i> |
|---------------------|---------------|-----------------|------------------|---------------------|--------------|
| <b>1978</b>         |               |                 |                  |                     |              |
| Residencial .....   | 0,1           | 3,4             | 5,2              | 2,4                 | 11,1         |
| Comercial .....     | 0,2           | 3,4             | 2,4              | 1,7                 | 7,7          |
| Industrial .....    | 3,4           | 7,0             | 8,5              | 2,7                 | 21,7         |
| Transportes .....   | —             | 20,2            | <sup>a</sup> 0,5 | —                   | 20,7         |
| <i>Total</i> .....  | 3,7           | 34,0            | 16,7             | 6,8                 | 61,3         |
| <b>1990</b>         |               |                 |                  |                     |              |
| Residencial .....   | 0,2           | 2,5             | 5,1              | 3,1                 | 10,9         |
| Comercial .....     | 0,1           | 2,4             | 2,4              | 2,3                 | 7,2          |
| Industrial .....    | 7,2           | 6,1             | 8,8              | 4,6                 | 26,8         |
| Transportes .....   | —             | 18,8            | <sup>a</sup> 0,6 | —                   | 19,4         |
| <i>Total</i> .....  | 7,6           | 29,9            | 16,9             | 10,0                | 64,4         |

<sup>a</sup> Gas natural consumido y perdido durante la transmisión.

Nota: Los totales pueden no cuadrar debido al redondeo. Los datos de 1978 contienen una discrepancia de 0,4 cuatrillones de Btu no asignados.

Los datos para 1978 están sacados del Informe Anual al Congreso, 1979, Suplemento 1 al Volumen 3 (próximo a aparecer).

Esto se compara con el 2,6 por 100 de crecimiento anual compuesto y con un 33 por 100 de incremento en los doce años anteriores a 1978. Las previsiones de menor consumo energético en los sectores residencial, comercial y de transportes son resultado directo de la conservación inducida por los precios y la política. El sector industrial, por otra parte, incrementará el consumo de energía en un 24 por 100 entre 1978 y 1990. Este incremento resulta modesto comparado con el aumento previsto del 56 por 100 en el consumo de energía por unidad de producto industrial para el período 1967-78.

Habrà una sustitución significativa de los tipos de energía utilizada en los Estados Unidos en la década próxima. Estos cambios reflejarán los precios relativos del petróleo, gas natural y electricidad en gran medida producida a partir del carbón (cuadro 2). Los precios para la electricidad se

**Cuadro 2**  
**Precios medios de la energía en los Estados Unidos, 1978,**  
**y previsión para 1990**  
 (Dólares de 1979/millón de Btu)

| Sector            | Carbón |      | Petróleo <sup>a</sup> |       | Gas  |      | Electricidad |       |
|-------------------|--------|------|-----------------------|-------|------|------|--------------|-------|
|                   | 1978   | 1990 | 1978                  | 1990  | 1978 | 1990 | 1978         | 1990  |
| Residencial ..... | —      | 1,89 | 3,92                  | 7,50  | 2,68 | 4,65 | 12,69        | 16,56 |
| Comercial .....   | —      | 1,89 | 3,63                  | 7,16  | 2,31 | 4,19 | 12,84        | 16,92 |
| Industrial .....  | 1,34   | 2,26 | 3,60                  | 7,18  | 1,56 | 4,85 | 8,34         | 12,18 |
| Transportes ..... | —      | —    | 5,71                  | 11,86 | —    | —    | —            | —     |

<sup>a</sup> Los precios mostrados son para petróleo destilado en los sectores residencial, comercial e industrial y para la gasolina en el sector de transportes.

Nota: Los datos para 1978 están sacados del Informe Anual al Congreso, 1979, Suplemento 1 al Volumen 3.

**Cuadro 3**  
**Oferta neta de energía disponible en los Estados Unidos, 1978,**  
**y previsión para 1990**  
 (10<sup>12</sup> Btu/año)

| Año y combustible          | Energía bruta disponible | Generación de electricidad | Pérdidas y cambios en los «stocks» | Energía neta disponible |
|----------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| <b>1978</b>                |                          |                            |                                    |                         |
| Carbón .....               | 13,9                     | 10,3                       | —                                  | 3,7                     |
| Petróleo .....             | 37,4                     | 3,8                        | <sup>a</sup> 0,5                   | 34,1                    |
| Gas .....                  | 20,7                     | 3,3                        | 0,4                                | 17,0                    |
| Electricidad               |                          |                            |                                    |                         |
| Combustibles fósiles ..... | —                        | 17,4                       | —                                  | —                       |
| Otros .....                | 6,0                      | 6,0                        | —                                  | —                       |
| Total electricidad .....   | —                        | 23,3                       | <sup>b</sup> 16,5                  | 6,8                     |
| Total .....                | 78,1                     | —                          | 16,4                               | 61,7                    |
| <b>1990</b>                |                          |                            |                                    |                         |
| Carbón .....               | 26,2                     | 18,5                       | —                                  | 7,7                     |
| Petróleo .....             | 31,4                     | 1,3                        | <sup>a</sup> 0,2                   | 29,9                    |
| Gas .....                  | 19,8                     | 2,9                        | —                                  | 16,9                    |
| Electricidad               |                          |                            |                                    |                         |
| Combustibles fósiles ..... | —                        | 22,7                       | —                                  | —                       |
| Otros .....                | 11,8                     | 11,8                       | —                                  | —                       |
| Total electricidad .....   | —                        | 34,5                       | <sup>b</sup> 24,5                  | 10,0                    |
| Total .....                | 89,1                     | —                          | 24,7                               | 64,4                    |

<sup>a</sup> Pérdidas de refinería más allá del combustible consumido en las refinerías.

<sup>b</sup> Generación eléctrica y pérdidas de transmisión.

Nota: Los datos de 1978 contienen una discrepancia no asignada de  $0,4 \times 10^{12}$  Btu. Los datos de 1978 están sacados del Informe Anual al Congreso, 1979, Suplemento 1 al Volumen 3.

prevé que aumentarán de un 30 a un 50 por 100 en términos reales; los precios para el petróleo y el gas natural casi duplicarán los niveles de 1978. Gran parte del aumento de los precios del petróleo y del gas natural ha tenido lugar ya.

Como resultado de tales relaciones de precios, la utilización del carbón casi se duplicará en 1990 a medida que mejore la tecnología de la combustión, manipulado y control de emisión. La participación del petróleo en la oferta energética norteamericana se prevé que disminuirá en un 35 por 100 para 1990 a partir de su nivel actual del 48 por 100. Las importaciones de petróleo, que totalizaban 8,1 millones de barriles al día en 1978, descenderán a 5,5 millones de barriles al día para 1990.

La producción doméstica de petróleo, así como la de gas natural, descenderá algo en el mismo período (cuadro 3).

Resumiendo, según el conjunto actual de políticas energéticas de los Estados Unidos:

- Las importaciones de petróleo disminuirán significativamente.
- Habrá un desplazamiento del petróleo y del gas natural hacia el carbón y la electricidad.
- El consumo de energía en los sectores residencial, comercial y de transportes disminuirá, y
- Los precios reales de la energía aumentarán.

### **MARCO ECONOMICO PARA AUMENTOS DEL PRECIO DE LA ENERGIA EN EL SECTOR AGRICOLA**

El término «crisis energética» no resulta apropiado para describir precisamente o analizar la situación energética de los primeros y medios años setenta y la respuesta del sector agrícola a tal situación. En lugar de enfrentarnos con una crisis energética, nos enfrentamos con una serie de problemas energéticos que últimamente pudieran alcanzar el nivel crítico. Los problemas tienen que y continuarán variando

---

según el sector de la economía y el tipo de utilización de energía de que se trate.

### **Utilización de la energía en la producción agrícola**

Dados los cambios en los mercados nacionales de la energía, los ajustes agrícolas de la próxima década es más probable que se relacionen con los precios que con la oferta. No contemplamos importantes cortes en el suministro de productos petrolíferos para el sector agrícola. Tendrá, no obstante, que competir con otros utilizadores de estos carburantes dentro de un mercado de precios reales en aumento. Las políticas energéticas actuales de los Estados Unidos proporcionan incentivos significativos para una mayor producción y un consumo reducido al confiarse que los precios jueguen un papel creciente. De otra manera que apoyándose en unas reservas estratégicas de petróleo para poder satisfacer las necesidades nacionales, en gran medida militares, en condiciones de emergencia, los Estados Unidos no tienen actualmente intención de llevar a cabo planes de racionamiento, adjudicaciones de prioridad u otras medidas para asignar los suministros del mercado. En respuesta a los aumentos moderados del 2 al 4 por 100 anuales en los precios reales de la energía, podemos esperar cambios marginales que tengan lugar en la agricultura a nivel macro y microeconómico, en la demanda energética, en la combinación de cosechas producidas, tecnologías productivas y utilización de nuevas fuentes de energía.

El sistema de los Estados Unidos en relación con los alimentos y las fibras, incluyendo la producción agrícola, la transformación, la comercialización y el consumo, utiliza alrededor de 6,4 quads o el 8 por 100 de la demanda norteamericana de energía. Aproximadamente, 1,2 quads fueron empleados en la producción agrícola, alrededor del 2 por 100 del consumo total energético de los Estados Unidos. La participación de la energía en los costos de producción agrícola fue de alrededor del 6 por 100 en 1978. Esto se compara con costos del capital del 20-25 por 100, costos de la tierra del 15-20 por 100 y costos de fertilizantes del 10-15 por 100.

Algunos cultivos, tales como el maíz, el algodón y la soja, son relativamente grandes consumidores de energía en su producción. Como resultado del aumento del 50 por 100 en el precio de la gasolina y del 75 por 100 de aumento en los precios de los carburantes diésel, la participación de los costes de energía en algunos cultivos ha aumentado sustancialmente. Por ejemplo, la parte que representó la energía en los costes variables totales de la producción de maíz fue del 6,3 por 100 en 1975 y del 11,1 por 100 en 1979 (cuadro 6). La parte de la energía en los costes variables de la producción de maíz se elevó del 5,9 por 100 al 13,3 por 100 en este mismo período, mientras que la parte de la energía en los costes de producción del trigo pasó del 11,3 al 16,5 por 100.

Cuando la energía indirecta, la energía incluida en el consumo de pesticidas y fertilizantes, se tiene en cuenta, el consumo total de energía del sector agrícola es aproximadamente de 2 quads o 2,6 por 100 del uso total en Estados Unidos. La participación de la energía directa e indirecta en algunos cultivos es significativa. En el maíz y el sorgo esta participación supera el 50 por 100.

#### **Ajustes económicos en el sector agrícola**

Déficit de energía, ajustes relacionados con la oferta y ajustes relacionados con la demanda de energía son términos que se confunden con frecuencia en las discusiones relativas a los problemas que se iniciaron a raíz del embargo del petróleo árabe. Déficit de energía implican una oferta de petróleo perfectamente elástica —la oferta es constante con independencia del precio—. Aun cuando esto puede ser cierto para formas terrestres de energía a largo plazo, está claro que a corto plazo la oferta responde al precio. Los ajustes en relación con los precios y con la oferta son raras veces distinguidos. Importantes ajustes han tenido lugar en la agricultura de los Estados Unidos en respuesta a los cambiantes precios de la energía. Los ajustes, conservación, cambios en tecnología, cambios en la combinación de productos y utilización de nuevas fuentes energéticas que han ocurrido son diferentes de los que resultan de aquellos donde la oferta de energía se ve en gran medida reducida o don-

de no queda ninguna disponible a cualquier precio. Es importante considerar que interrupciones en los suministros de energía y nuevos regímenes de precios energéticos se traducen en diferentes tipos de ajustes que tienen lugar a lo largo del tiempo. Las respuestas políticas a la llamada crisis energética debieran reflejar el potencial para los ajustes económicos que deberán tener lugar.

Históricamente, el capital ha reemplazado a la mano de obra en la producción agrícola. La experiencia posterior a la segunda guerra mundial de los Estados Unidos muestra descensos en los inputs de trabajo que son neutralizados por aumentos de capital y por cambios tecnológicos relacionados con el capital. Ligado al crecimiento del capital ha tenido lugar el aumento del tamaño de las explotaciones y un uso más intensivo de fertilizantes, productos químicos agrícolas, e inputs energéticos por unidad de output. El aumento en la intensidad energética de la agricultura norteamericana se manifiesta en el uso directo de la energía y en la energía incorporada a otros medios de producción. La transición a una agricultura intensiva en energía y en capital se ha visto facilitada por adecuados suministros de medios de producción a bajos precios relativos. Sin embargo, el cambiante entorno económico de los años setenta ha extendido algunas dudas sobre la disponibilidad de la energía y ha fomentado incrementos en los precios del capital y de la energía.

La demanda de inputs en la agricultura es una demanda derivada. Se seleccionan los inputs con objeto de minimizar los costes totales para producir un output dado. La demanda derivada de un input es función del output, de la tecnología de producción que define las posibilidades de sustitución de inputs y de los precios relativos de los inputs.

Las relaciones entre inputs se caracterizan como complementarias o sustitutivas. En general, cuando las posibilidades de sustitución entre los inputs energéticos y no energéticos son limitadas, el ajuste de los productores agrícolas a precios más elevados de la energía se ve dificultado. Costes más elevados de producción conducen a aumentos de precios de los productos. Dependiendo de la magnitud de

---

los aumentos de precios de la energía, la composición de la producción se desplaza hacia productos de menor intensidad energética y se promueven tecnologías ahorradoras de energía.

### **Investigación empírica**

Una información sobre las posibilidades de sustitución de los inputs energéticos por inputs no energéticos resulta fundamental para poder determinar los efectos de la energía escasa o de más alto precio sobre la producción agrícola y sobre los precios de consumo. Numerosos estudios examinan la producción agrícola (Biswanger, 1974; Nghiep, 1979). Sin embargo, la mayoría no considera la demanda derivada de inputs energéticos y no energéticos. Un estudio reciente por LeBlanc y Reisner (1980) liga las funciones de producción y de costo para estimar el potencial de sustitución entre la energía y otros medios de producción. Las funciones de demanda de los medios de producción son estimadas bajo la hipótesis de que los productores tienden a minimizar sus costes para un nivel dado de producción. Las elasticidades de la demanda de los factores resultantes reflejan el potencial de sustitución subyacente o a largo plazo, dado que la demanda de los factores es una demanda derivada y, por consiguiente, es función de la tecnología de producción.

Las elasticidades-precio resultantes de la demanda de los factores obtenidas por LeBlanc y Reisner figuran en el cuadro 4. Los elementos en la diagonal representan elasticidades-precio propias, mientras que los elementos fuera de la diagonal representan elasticidades-precio cruzadas.

Cada elasticidad-precio propia tiene el esperado signo negativo. Las magnitudes que figuran para tierra, trabajo, fertilizantes y capital son razonables. Sin embargo, las elasticidades para ambos inputs energéticos son mayores que lo que se esperaba. Mientras que las elasticidades de demanda de los factores se interpreta que miden los efectos de los precios solamente, la variación regional en la utilización de la energía por los cultivos ha sesgado las magnitudes hacia arriba. La elasticidad está midiendo tanto el efecto precio

Cuadro 4

## Elasticidades-precio de la demanda de los factores

| <i>Factor</i>                | <i>Renta de la tierra</i> | <i>Precio del trabajo</i> | <i>Precio de los fertilizantes</i> | <i>Precio de la energía<sup>1</sup></i> | <i>Precio energía<sup>2</sup></i> | <i>Renta capital</i> |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------------|---|-----------------------------------|----------------------|
| Tierra .....                 | -0,1869                   | 0,06510                   | 0,0611                             | -0,0184                                 | 0,419                             | 0,1163               |
| Trabajo .....                | 0,1083                    | -0,1043                   | 0,0339                             | 0,1827                                  | 0,1231                            | -0,3436              |
| Fertilizantes .....          | 0,891                     | 0,0326                    | -0,2061                            | 0,3010                                  | 0,2806                            | -0,5061              |
| Energía 1 <sup>a</sup> ..... | -1,6102                   | 1,6883                    | 3,4896                             | -1,2684                                 | -0,0806                           | -2,2586              |
| Energía 2 <sup>b</sup> ..... | 0,1912                    | 0,3185                    | 0,8705                             | -0,0097                                 | -3,0676                           | 1,6964               |
| Capital .....                | 0,1204                    | -0,1879                   | -0,3472                            | -0,1368                                 | 0,3791                            | 0,1723               |

<sup>a</sup> Electricidad, gas natural y gas-petróleo líquido.

<sup>b</sup> Gasolina, diésel y gasóleo.

como los efectos cultivo, debido a distintas combinaciones técnicas energía-output. En realidad, existen diferentes funciones de producción para cada Estado, dependiendo de la combinación de cultivos. Cada función de producción puede presentar diferentes combinaciones óptimas de inputs para idénticos precios de los inputs. Limitaciones de los datos, el pequeño número de observaciones y la ausencia de series temporales de datos restringieron la posibilidad de añadir más observaciones a lo largo del tiempo o de estimar relaciones de producción específicas para cada cultivo.

Las elasticidades cruzadas de precios indican relaciones de factores sustitutivas, complementarias o neutrales cuando sus signos son positivos, negativos o cero, respectivamente. La energía en el riego y en el secado de las cosechas manifiesta relaciones complementarias con la tierra y con el capital y relaciones de sustitución con el trabajo y con los fertilizantes. La energía relacionada con la maquinaria para la producción, por otra parte, muestra sustitución con la tierra, el trabajo y el capital y una relación complementaria sólo con los fertilizantes. Ambos inputs energéticos manifestaron relaciones de sustitución históricamente consistentes con el trabajo y relaciones de complementariedad entre ellos. Sin embargo, la energía relacionada con el petróleo muestra una imprecisa, históricamente hablando, descripción de la relación capital-energía. El cambio de signo de la

elasticidad cruzada precio de capital-energía resulta de una combinación de altos niveles de renta agrícola en 1973 y 1974 y de enormes incrementos en los precios de la energía y recortes en los suministros durante el mismo período.

El capital también exhibe una anómala relación complementaria con el trabajo. Argumentos similares a los sugeridos antes pueden ser hechos aquí. El capital mantiene una relación complementaria con los fertilizantes. El capital y la energía relacionada con el petróleo son sustitutivos de la tierra.

Los resultados, cuando se los compara con otros análisis realizados por LeBlanc y Reisner, indican diferencias significativas en las relaciones de la demanda regional de los factores. La existencia de una estructura regional de la demanda es particularmente aparente por los efectos del precio de la energía relacionada con el petróleo sobre el capital y los fertilizantes sobre su propia elasticidad-precio. Las elasticidades-precio propio regionales figuran en el cuadro 5. Los resultados indican diferencias significativas en lo que se refiere a la energía relacionada con el riego, aun cuando hay alguna diferencia en la respuesta de la demanda de energía en la energía relacionada con el petróleo. Mientras la elasticidad media nacional para la energía 1 es  $-1,27$ , las elasticidades regionales varían considerablemente, dependiendo de la importancia del riego. La respuesta de la demanda de los medios de producción al precio es evidente en regiones que dependen en gran medida del riego para la producción vegetal.

Cuadro 5

## Elasticidades-precio propio de la energía regional

|                              | Región |       |                  |       |       | Media nacional |
|------------------------------|--------|-------|------------------|-------|-------|----------------|
|                              | Grano  | Oeste | Cinturón del sol | Sur   | Norte |                |
| Energía 1 <sup>a</sup> ..... | -0,78  | -1,10 | -1,14            | -0,48 | -5,03 | -1,27          |
| Energía 2 <sup>b</sup> ..... | -3,28  | -3,48 | -2,81            | -0,51 | -3,89 | -3,06          |

<sup>a</sup> Electricidad, gas natural, gas-petróleo líquido.

<sup>b</sup> Gasolina, diésel, gasóleo.

Hay que ser precavidos a la hora de interpretar las elasticidades de la energía. Tal como son definidas, las elasticidades-precio y de sustitución están medidas en un punto, indicando, por tanto, cambios marginales en la demanda y el precio de los inputs. Incrementos del precio de la energía del 400 por 100 no son cambios marginales. Una aplicación puramente mecánica de las elasticidades calculadas debe ser evitada.

Los resultados de este análisis indican la sensibilidad de los precios al uso de la energía en la agricultura. En la medida en que las elasticidades calculadas representan diferencias en las prácticas de producción vegetal, los ajustes reales a los cambios en los precios de los inputs serán menores.

Cuadro 6

## Costes de la energía en la producción vegetal, 1975 y 1979

| Cultivo        | Costes variables totales | Directos (carburantes y lubricantes) | Indirectos (Fertilizantes y productos químicos) | Participación directa de la energía | Participación directa e indirecta de la energía |
|----------------|--------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
|                | Dólares por acre         |                                      |   | Porcentaje                          |   |
| <i>Maíz</i>    |                          |                                      |   |                                     |   |
| 1975 .....     | 91,21                    | 5,72                                 | 50,62   | 6,3                                 | 62,0  |
| 1979 .....     | 113,11                   | 12,53                                | 52,00   | 11,1                                | 57,1  |
| <i>Sorgo</i>   |                          |                                      |   |                                     |   |
| 1975 .....     | 53,25                    | 6,78                                 | 20,98   | 12,6                                | 52,1  |
| 1979 .....     | 62,55                    | 12,51                                | 21,09   | 20,0                                | 53,7  |
| <i>Trigo</i>   |                          |                                      |   |                                     |   |
| 1975 .....     | 35,61                    | 4,04                                 | 10,30   | 11,3                                | 40,3  |
| 1979 .....     | 39,37                    | 6,51                                 | 11,29   | 16,5                                | 45,2  |
| <i>Soja</i>    |                          |                                      |   |                                     |   |
| 1975 .....     | 47,54                    | 5,45                                 | 15,85   | 11,5                                | 44,8  |
| 1979 .....     | 63,89                    | 8,89                                 | 20,27   | 13,9                                | 45,6  |
| <i>Algodón</i> |                          |                                      |   |                                     |   |
| 1975 .....     | 143,99                   | 8,43                                 | 48,24   | 5,9                                 | 59,4  |
| 1979 .....     | 205,67                   | 27,43                                | 49,71   | 13,3                                | 37,5  |

Los resultados econométricos indican también una relación de sustitución entre el capital y la energía relacionada con el petróleo. Aunque históricamente se complementan, esta relación a corto plazo fue generada por altos niveles de

---

renta y de precios de la energía. Está claro que la mayoría de las prácticas de conservación de la energía a corto plazo requieren inversiones de capital. Sin embargo, en la medida en que la conservación de la energía es una meta política explícita, los incentivos a la inversión que estimulen adiciones a largo plazo al capital pueden ser contraproducentes. Tiene escaso sentido promover una infraestructura agrícola que combine estrechamente inputs intensivos en capital y energía. Es improbable que las relaciones históricas, a largo plazo, de complementariedad capital-energía se hayan invertido.

Las implicaciones para la agricultura son significativas. El cambio tecnológico y la sustitución de inputs pueden no ser suficientes para proteger a la producción agrícola de las incertidumbres de la oferta y de los precios en alza. Los desplazamientos de la producción hacia cultivos menos intensivos en energía pueden constituir una adaptación importante. Cambiar las condiciones de la oferta de energía puede también fomentar una nueva revolución en la agricultura, caracterizada por una producción basada en energía renovable proporcionada por productos de la biomasa agrícola.

### **Inputs agrícolas y conservación de la energía**

Como vimos con anterioridad, los cambios en los precios de la energía ejercen un importante impacto sobre el sector agrícola, especialmente en el uso de los inputs. Otros reajustes tendrán lugar en las prácticas de gestión de los inputs, niveles de utilización de los inputs y tecnologías de producción. Estos cambios tendrán una importancia significativa en la dirección futura de la agricultura.

La creciente productividad de la tierra y del trabajo empleados en la agricultura en los treinta últimos años ha tenido lugar en gran medida gracias al mayor uso de los inputs adquiridos de fuera de la explotación. La energía ha constituido aquí un componente importante. Entre 1950 y 1979 la producción agrícola por hora aumentó en un 483 por 100 y la producción vegetal por acre aumentó un 91 por 100 (cuadro 7).

Cuadro 7

## Cambios en la productividad del trabajo y de la tierra, 1950-1979

| Concepto                          | Indice 1967 = 100 |      | Cambio porcentual<br>en el indice |
|-----------------------------------|-------------------|------|-----------------------------------|
|                                   | 1950              | 1979 | 1950-1979                         |
|                                   | <b>Indice</b>     |      | <b>Por ciento</b>                 |
| Producción del trabajo por hora   | 34                | 198  | 483                               |
| Producción vegetal por acre ..... | 68                | 130  | 91                                |

Los gastos de los agricultores en inputs comprados fuera de la explotación se incrementaron sustancialmente en términos reales entre 1965 y 1980. En dólares constantes, los gastos de los agricultores aumentaron un 147 por 100 en fertilizantes, 248 por 100 en pesticidas y 37 por 100 en carburantes (cuadro 8). Por otra parte, los gastos de trabajo descendieron un 16 por 100 en términos reales.

Cuadro 8

## Cambios en los gastos de los agricultores en trabajo y en algunos medios de producción seleccionados, 1965-80

| Concepto            | Cambio porcentual en los gastos agrícolas, 1965-1980 |                    |
|---------------------|--|--------------------|
|                     | Dólares corrientes                                   | Dólares constantes |
|                     |  | <b>Por ciento</b>  |
| Fertilizantes ..... | 250  | 147                |
| Carburantes .....   | 377  | 37                 |
| Pesticidas .....    | 480  | 248                |
| Semillas .....      | 515  | 98                 |
| Trabajo .....       | 180  | -16                |

Del uso total de energía para los cultivos, el carburante utilizado en los trabajos de campo y en el transporte y manipulación de las cosechas representó un 38 por 100 (cuadro 9). Los pesticidas y su aplicación dan cuenta de alrededor del 5 por 100 de las necesidades energéticas de la agricultura.

Cuadro 9

Participación en la energía total empleada en los cultivos que representan algunos medios de producción y actividades seleccionadas, 1980

| <i>Medio de producción o actividad</i>                  | <i>Parte de la utilización total de energía</i> |
|---|---|
|   | Por ciento                                      |
| Carburantes para trabajos de campo y manipulación ..... | 41  |
| Fertilizantes y su aplicación .....                     | 38  |
| Pesticidas y su aplicación .....                        | 5   |
| Secado de cosechas .....                                | 3   |
| Riego .....   | 13  |

### Fertilizantes

Un mayor empleo de fertilizantes, probablemente más que cualquier otro factor, ha sido la clave de los fenomenales aumentos de rendimientos de los cultivos realizados en los treinta últimos años. Entre 1960 y 1980 el consumo total de nutrientes para las plantas se triplicó (cuadro 10). Dado que el gas natural es la materia prima utilizada en la producción de fertilizantes nitrogenados y menores cantidades de energía se emplean en la extracción de las rocas de fosfato y de potasa, la expansión de la utilización de fertilizantes ha contribuido al aumento de las necesidades energéticas de la producción agrícola. Se estima que las Btu de energía asociadas al empleo de los fertilizantes se elevaron de 50 billones en 1940 a unos 725 billones en 1980, aproximadamente 15 veces de aumento.

Cuadro 10

Consumo de nutrientes a cargo de los cultivos, Estados Unidos, 1960 y 1980

| <i>Año que termina el 30 de junio</i> | <i>Nitrógeno (N)</i>   | <i>Fosfato (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</i> | <i>Potasio (K<sub>2</sub>O)</i> | <i>Total</i> |
|---------------------------------------|------------------------|---|---------------------------------|--------------|
|                                       | 1.000 toneladas cortas |   |                                 |              |
| 1960 .....                            | 2,738                  | 2,572                                       | 2,153                           | 7,464        |
| 1980 .....                            | 11,400                 | 5,391                                       | 6,161                           | 22,952       |
| Cambio porcentual 1960-1980           | 316                    | 110   | 186                             | 208          |

No obstante, el rápido crecimiento de las necesidades energéticas asociado con la utilización de los fertilizantes no se espera que continúe. Se espera que varios factores frenen la tasa de crecimiento del uso de fertilizantes y de la energía relacionada con ellos.

En comparación con períodos anteriores, la tasa de crecimiento de la utilización de fertilizantes por los agricultores norteamericanos descenderá en los años ochenta y posteriores. El ritmo medio de crecimiento anual estimado en 2,1 por 100 para el período de 1980 a 2000 no podrá equipararse con el 3,8 por 100 de ritmo de crecimiento de los años setenta. También están cambiando los objetivos de las prácticas de fertilización. Una mayor proporción de todos los programas de fertilización está desviándose hacia el objetivo de reemplazar la extracción de nutrientes por parte de las plantas y de mantener los niveles existentes de nutrientes para uso de las plantas en el suelo antes que el de incrementar la fertilidad del suelo.

Los agricultores estarán buscando modos de disminuir sus costos de producción por medio de una utilización más eficiente de los abonos. Una mejor y más oportuna colocación de los fertilizantes, junto con el empleo de materiales liberados progresivamente a lo largo del tiempo, debieran incrementar la producción de los cultivos en relación con la cantidad de fertilizantes empleados.

Los altos costes de la energía estimularán probablemente el uso de técnicas de producción de fertilizantes más eficientes en términos energéticos, en especial en lo que se refiere a la producción de abonos nitrogenados. Parece que los esfuerzos encaminados a reducir el volumen de gas consumido en la fabricación del amoníaco han tenido un cierto éxito. En 1980 la cantidad media de gas consumido por tonelada de amoníaco producido era de unos 36.300 pies cúbicos de gas, 9 por 100 por debajo de los 39.860 pies cúbicos consumidos en 1970. Se esperan ganancias suplementarias a medida que se modifiquen plantas adicionales con objeto de volverse más eficientes en términos energéticos.

## Pesticidas

Casi la totalidad de los pesticidas empleados en la agricultura se derivan de materias primas basadas en el petróleo. Sin embargo, los pesticidas representan tan sólo un 5 por 100 de la energía consumida por la agricultura.

Los pesticidas han constituido un factor importante en la mejora de la eficiencia de la agricultura desde la Segunda Guerra Mundial. Sin los pesticidas las pérdidas por las plagas harían imposibles nuestros sistemas de producción tan eficientes en trabajo de los cultivos especializados y de la ganadería. Algunos especialistas estiman que sin la ayuda de los pesticidas la producción de los cultivos se reduciría de un 25 a un 30 por 100. La mejora general de los rendimientos debida al empleo de los pesticidas debiera resultar en un ahorro de energía de alrededor de los 550.000 miles de millones de Btu, o unas 15 veces el componente actual de energía contenido en los pesticidas.

Los herbicidas han reemplazado en gran medida al cultivo mecánico en la producción de cultivos en línea. Actualmente un 85 por 100 o más de la superficie de maíz, algodón, soja y cacahuete es tratado con herbicidas (cuadro 11). Un ahorro energético de alrededor del 20 al 30 por 100 se realiza cuando una aplicación de herbicidas reemplaza a dos labores mecánicas de cultivo.

Cuadro 11

Superficies de cultivos seleccionados tratadas con herbicidas, 1976

|  | <i>Porcentaje de acres<br/>tratados</i> |
|--|---|
| Maíz .....   | 92                                      |
| Algodón .....  | 95                                      |
| Trigo .....  | 48                                      |
| Sorgo .....  | 58                                      |
| Arroz .....  | 83                                      |
| Soja .....   | 90                                      |
| Tabaco .....   | 97                                      |
| Cacahuetes .....                                     | 99                                      |
| Todos los cultivos (salvo pastos y pastizales) ..... | 61                                      |

Los herbicidas son considerablemente más eficientes en términos de energía para tales usos como el control de la maleza en los pastos y praderas naturales, donde la energía necesitada por el control mecánico puede resultar 10 veces superior a la del control químico. Unos 30 a 40 millones de acres de praderas y pastos naturales son tratados para el control de malezas, habitualmente cada cinco a diez años. La mayor parte de esta tierra no podría ser utilizada para pasto de diente si no se emplearan herbicidas.

El cultivo sin labrar depende del uso de herbicidas. La revista *The No-Till Farmer* estimaba que hay 8,6 millones de acres en los cuales se está practicando el cultivo sin labrar la tierra en 1981. Esto se compara con 3,2 millones de acres en 1972. Una mínima labranza donde no se ara con vertedera representó otros 88 millones de acres en 1981.

Los ahorros de carburante realizados mediante el cultivo sin labrar se estiman en alrededor de las tres cuartas partes. Aun cuando se requerirían 2 libras extra de pesticidas por acre, los ahorros de energía ascenderían alrededor del 50 por 100 (cuadro 12). El ahorro energético se estima en casi 500.000 BTU por acre. En los Estados Unidos, el cultivo sin labrar en 1980 resultó en un ahorro de carburante de alrededor de 375 millones de galones de equivalente gasóleo-diésel en relación con la labranza convencional.

Cuadro 12

## Energía empleada en la labranza convencional y en la no labranza

| Sistema   | Carburante                     | Energía               |
|---|--------------------------------|-----------------------|
|   | Galones de gasóleo<br>Por acre | 1.000 BTU<br>Por acre |
| Convencional .....                              | 6,6                            | 924                   |
| Sin labrar .....                                | 1,5                            | 210                   |
| (Con paraquest más otro herbicida) .....        | —                              | 226                   |
| (Total herbicida añadido, 2 libras por acre) .. | 1,5                            | —                     |
| Total .....                                     | —                              | 436                   |
| Ahorro de energía .....                         | —                              | 488                   |

---

La mejora de la gestión de las plagas ofrece el mayor potencial inmediato para reducir el uso de los pesticidas y la necesidad asociada de energía. Programas eficaces de control de plagas reducirán el empleo de pesticidas a la mitad o menos en algunos casos. Métodos mejorados de formulación y de aplicación presentan igualmente un gran potencial de ahorro sustancial. Pero la mejor esperanza a la larga la ofrece el desarrollo y la adopción de controles biológicos, reemplazando totalmente la necesidad de los pesticidas para muchos usos.

### **Maquinaria y equipamiento agrícolas**

Las operaciones de campo, así como la manipulación y el transporte de las cosechas representan la mayor parte del consumo de energía en las explotaciones agrícolas (41 por 100). Los objetivos básicos tanto del planificador del producto como del agricultor hace años eran los de obtener la mayor productividad de la máquina por unidad de trabajo. Hoy se ha añadido la medida de la productividad por unidad de energía. Este desarrollo favorecerá la recolección y la transformación en la explotación. Ha habido un mayor énfasis en aquellas combinaciones de cultivos y maquinaria que reduzcan las necesidades energéticas del secado de cereales a la vez que se conserva la eficiencia en la recolección. La expansión de los programas de investigación relacionados con el equipo y métodos de labranza de conservación tendrá la más alta prioridad.

La mejora de la tecnología de la maquinaria agrícola ha ayudado a los agricultores a reducir las necesidades energéticas de la explotación. Se han construido y diseñado tractores y equipo relacionado que son más eficientes en términos de energía. Al mismo tiempo, una mayor capacidad de las máquinas está permitiendo una elevación de la productividad del trabajo en la explotación. Las cosechadoras de algodón, de cereales, las sembradoras y recolectoras de forrajes no son sino algunas muestras de las máquinas a las que se han incorporado características de eficiencia energética en años recientes.

Desde 1970 los tractores y cosechadoras han experimen-

---

tado probablemente más cambios que cualquier otro equipo. Durante muchos años los agricultores han estado comprando tractores más grandes de forma que pudieran hacer «más en el mismo tiempo». En los años setenta los tractores de tracción a las cuatro ruedas y los de tracción asistida han tendido a jugar un papel más importante. Las unidades con tracción a las cuatro ruedas son capaces de hacer considerablemente más trabajo (arar) que un tractor comparable de tracción a dos ruedas. Por ejemplo, los ensayos de tractores de Nebraska han mostrado que algunos modelos de tracción a las cuatro ruedas han incrementado su potencia a la barra en un 16 por 100 con una eficiencia en carburante superior en un 15 por 100.

De 1971 a 1980 las ventas de unidades con tracción a las cuatro ruedas han tendido consistentemente a experimentar firmes avances sobre las unidades de tracción a dos ruedas. En este período de diez años solamente en 1977 disminuyó la variación porcentual anual en los tractores con tracción a las cuatro ruedas, quedando por debajo de los con tracción a dos ruedas. Las unidades con tracción a las cuatro ruedas mostraron un incremento anual medio del 21 por 100 en el período de diez años en cuestión, frente al 1 por 100 de los de tracción a dos ruedas (cuadro 13).

Desde mediados de los años sesenta los tractores diésel, más eficientes, han dominado las ventas. En 1980, el 97 por 100 de todos los tractores vendidos fueron diésel. Las ventas de unidades de gasolina y LP fueron principalmente de tractores pequeños, de menos de 70 CV.

Ejemplos de otras actividades de conservación de la energía en el equipo incluyen:

- Neumáticos radiales en los tractores, que capacitan al agricultor a arar más acres en menos tiempo. Los resbalones de los neumáticos se reducen en un 29 por 100 y la eficiencia en el consumo se ve incrementada en hasta un 13 por 100 en las operaciones de labranza.
- Diversos métodos de labranza reducida son utilizados por el agricultor. El empleo de cultivadores de

**Cuadro 13**  
**Ventas de tractores con tracción a las cuatro ruedas y con tracción a dos ruedas, 1971-1980**

| Año                                    | Unidades vendidas   |                     | Variación porcentual con respecto al año anterior |                     |
|--|---------------------|---------------------|---|---------------------|
|  | Tracción a 4 ruedas | Tracción a 2 ruedas | Tracción a 4 ruedas                               | Tracción a 2 ruedas |
|  | <b>Unidades</b>     |                     | <b>Porcentaje</b>                                 |                     |
| 1971 .....                             | 2.547               | 103.282             | —   | —                   |
| 1972 .....                             | 3.856               | 123.590             | 51  | 20                  |
| 1973 .....                             | 6.460               | 150.281             | 68  | 22                  |
| 1974 .....                             | 8.287               | 133.504             | 28  | -11                 |
| 1975 .....                             | 10.605              | 128.092             | 28  | -4                  |
| 1976 .....                             | 10.511              | 126.769             | -1  | -1                  |
| 1977 .....                             | 7.683               | 123.199             | -27   | -3                  |
| 1978 .....                             | 8.744               | 130.873             | 15  | 6                   |
| 1979 .....                             | 11.455              | 127.535             | 31  | -3                  |
| 1980 .....                             | 10.886              | 108.523             | -5  | -15                 |
| Variación porcentual anual media ..... | —                   | —                   | 21  | 1                   |

FUENTE: Farm and Industrial Equipment Institute.

disco en lugar del arado u otros métodos convencionales puede reducir los costes de carburante a un tercio del total.

- La siembra a granel de alfalfa con fertilizantes es utilizada por algunos agricultores. Esto reduce el tiempo de operación en el campo y los costes en un 50 por 100. Se realiza así un ahorro tanto de combustible como de trabajo. También se evita que el suelo se apelmace excesivamente cuando se utiliza a la vez un gran camión de abonos con ruedas especiales.
- Gasificadores a escala de la explotación han sido desarrollados para su uso en la explotación. El desarrollo de tales quemadores de desperdicios ha sido llevado a cabo por compañías privadas, universidades y por agricultores innovadores. Estas unidades quemarán mazorcas y las envolturas de aquéllas, así como otros restos de cosechas para reemplazar al gas LP en el secado de los cultivos.

- Sistemas solares son empleados para proporcionar calor en las cochiqueras u otros edificios y para el secado de cereales en recipientes para almacenamientos próximos.

### **Utilización de la energía en la agricultura para 1990**

El uso de la energía en la producción agrícola se proyecta que será del orden de los 2.044 quads, prácticamente sin variaciones con respecto a la empleada en 1974. Este nivel de uso energético refleja ganancias significativas en la conservación y el uso eficiente de la energía. La producción agrícola se espera que aumente un 20 por 100, ganando la producción vegetal un 25 por 100 y la ganadera un 14 por 100 con el mismo nivel de uso de energía. Las proyecciones para la producción agrícola sostendrán un modesto crecimiento en los mercados de exportación a los niveles de la tendencia y un crecimiento modesto de la demanda interior. El proyectado nivel de uso energético representa un aumento del 18,6 por 100 de la producción agrícola por unidad de input de energía, ya que la producción agrícola se elevará en un 20 por 100 (cuadro 14). Este incremento de la eficiencia de la energía está en gran parte ocasionado por el crecimiento continuado de los tractores tipo diésel y cosechadoras, eficientes en energía, un uso reducido de equipo movido con gasolina y por rendimientos en aumento.

### **Demanda de gasóleo y de gasolina por parte del equipo de tracción**

Un reciente reexamen de los datos sobre «stocks» y ventas de maquinaria indica que para 1990 los agricultores dispondrán del 88 por 100 de sus tractores provistos con motores diésel. La anterior estimación era del 86 por 100. Un mayor desplazamiento hacia el motor diésel está ocurriendo aparentemente con las cosechadoras. Originalmente habíamos proyectado los «stocks» de cosechadoras en un 76 por 100 tipo diésel, pero ahora parece que los «stocks» podrían ser de un 94 por 100 diésel si las tendencias de las ventas continúan y los agricultores se deshacen de las máquinas viejas al mismo ritmo que en el pasado.

Cuadro 14

## Consumo de energía en la producción agrícola, Estados Unidos, 1974 a 1990

| Concepto            | Unidad                    | 1974 <sup>1</sup> | Original<br>1980 <sup>2</sup> | Original<br>1990 <sup>3</sup> | Revisado<br>1990 |
|---------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|
| <b>Producción:</b>  |                           |                   |                               |                               |                  |
| Cultivos .....      | 1967 = 100                | 110               | 122                           | 138                           | 3                |
| Ganadería .....     | 1967 = 100                | 106               | 112                           | 121                           | 121              |
| Total .....         | 1967 = 100                | 108               | 117                           | 130                           | 3                |
| Acres .....         | mill. de acres            | 341               | 314                           | 313                           | 333              |
| <b>Energía:</b>     |                           |                   |                               |                               |                  |
| Cultivos .....      | 10 <sup>12</sup> BTU      | 1.789,9           | 1.716,2                       | 1.787,9                       | 1.948,5          |
| Ganadería .....     | 10 <sup>12</sup> BTU      | 224,3             | 237,8                         | 256,1                         | 256,1            |
| Total .....         | 10 <sup>12</sup> BTU      | 1.014,2           | 1.954,0                       | 2.044,0                       | 2.204,6          |
| Gasolina .....      | 10 <sup>9</sup> galones   | 3,7               | 3,1                           | 2,7                           | 1,2              |
| Diésel .....        | 10 <sup>9</sup> galones   | 2,6               | 2,9                           | 3,5                           | 4,7              |
| Gasóleo .....       | 10 <sup>9</sup> galones   | 0,3               | 0,3                           | 0,2                           | 0,2              |
| Gas LP .....        | 10 <sup>9</sup> galones   | 1,5               | 1,6                           | 1,7                           | 1,7              |
| Gas natural .....   | 10 <sup>9</sup> pies cúb. | 164,1             | 120,2                         | 38,5                          | 160,0            |
| Carbón .....        | 10 <sup>9</sup> libras    | 0,1               | 0,1                           | 0,1                           | 0,1              |
| Electricidad .....  | 10 <sup>9</sup> Kwh       | 32,1              | 27,8                          | 33,6                          | 33,6             |
| Fertilizantes ..... | 10 <sup>12</sup> BTU      | 621,2             | 649,2                         | 752,9                         | 822,9            |
| Pesticidas .....    | 10 <sup>12</sup> BTU      | 95,3              | 101,8                         | 113,2                         | 123,2            |

<sup>1</sup> USDA-ERS (1) (5).

<sup>2</sup> Originalmente proyectada en octubre de 1977 (10).

<sup>3</sup> No calculado.

Nuestras proyecciones no anticiparon que los motores diésel pudieran hacer incursiones significativas en los camiones de las explotaciones, en particular en las camionetas. Sin embargo, en los dos últimos años las camionetas y los automóviles diésel se han hecho una realidad. Ahora se estima que para 1990 la mitad de los camiones agrícolas tendrán motores diésel.

Hemos estimado que las prácticas de labranza reducida podrían ser adoptadas de alguna forma en un 60 por 100 de la superficie de cultivo para ser recolectada en 1990. Estas prácticas van desde eliminar una sola de las prácticas convencionales de labranza hasta la eliminación completa de ésta, donde no hay preparación de la tierra previa a la plantación y ninguna labor de cultivo. Los cambios en la utilización del carburante debidos a prácticas alternativas de labranza se supone que están directamente relacionados con

---

la cuantía en la reducción de la labranza. Las prácticas de labranza reducida se han visto incrementadas de 30 millones de acres en 1974 a más de 95 millones de acres en 1979. Parece probable que nuestra estimación del 60 por 100 de superficie de cultivo a cosechar en 1990 será fácilmente obtenible.

Nuestra anterior estimación de 2.700 millones de galones de gasolina y 3.500 millones de galones de gasóleo no refleja, pues, fielmente la probable demanda agrícola de combustible para 1990. Una demanda más probable sería la de 4.700 millones de galones de gasóleo y 1.100 millones de galones de gasolina.

### **Gas LP**

La utilización primaria de este combustible tiene lugar en el secado de las cosechas, aunque algunos tractores, cosechadoras y bombas de riego se sirven también del gas LP. Debido a la producción en expansión de los cereales y a la desaparición de la tendencia a la vieja práctica de recolectar el maíz de espiga, hemos proyectado la demanda en el sentido de una elevación del 13 por 100, de 1974 a 1990, año en que se necesitarán 1.700 millones de galones de este combustible.

La proyección suponía la no adopción en forma significativa de secadores de cereales a base de energía solar o ayudados por este tipo de energía para 1990, aun cuando su adopción resulta altamente probable. Se ha afirmado que la economía de la inmensa mayoría de las tecnologías para el secado de cereales a base de energía solar son negativas, y con el incremento del precio de la energía pronosticado por el Departamento de Energía, parecería que la tecnología solar tendría que mejorar notablemente en eficiencia para llegar a hacerse rentable en cuanto al costo para muchos agricultores en 1990.

Desde que se realizaron tales previsiones dos hechos importantes han ocurrido, que han modificado las perspectivas para el secado solar de cereales.

- 1) El Congreso ha promulgado la Ley sobre Política de

---

Gas Natural de 1978 (N. G. P. A.). Esto ha permitido un descontrol por fases de los precios del gas natural mientras se mantiene al gas LP bajo adjudicación y regulaciones de precio. Desde que se promulgó la N. G. P. A. estamos encontrando que se está transformando mucho menos LP a partir del gas natural. Aparentemente los transformadores están bombeando parte de los líquidos, retornándolos a la corriente del gas en lugar de mantenerlos separados y teniendo que venderlos de acuerdo con las normas de la Adjudicación Obligatoria de Petróleo (Mandatory Petroleum Allocation).

2) Los enormes aumentos de precios de los crudos pertenecientes a la Organización de Países Exportadores de Petróleo (O. P. E. C.), que tuvieron lugar el pasado año. Más de un tercio del gas LP se produce en el proceso de refinado del petróleo. Los costos más elevados de la materia prima son transferidos al utilizador final y así los costos del propano han experimentado una fuerte subida. Por esta razón, los investigadores están encontrando ya económicas algunas tecnologías para el secado solar de cereales. Para 1990, el secado por vía solar de los cereales podría eliminar la necesidad de cualquier incremento de gas LP en el secado de las cosechas.

### **Gas natural**

Las proyecciones para 1990 fueron hechas con anterioridad a la acción del Congreso sobre la Ley de Política del Gas Natural de 1978. Se supuso que el gas natural usado directamente en la agricultura descendería drásticamente conforme las bombas de riego se fueran convirtiendo a otros carburantes. Se espera que para 1985 el uso del gas natural en los motores de combustión interna, tales como los utilizados para las bombas de riego, sea prohibido por la política pública. Las proyecciones mostraron que más de las tres cuartas partes del nivel de uso en 1974 sería eliminado y que las bombas de riego estarían impulsadas cada vez más por electricidad y gasoil. La mayoría del consumo de gas natural se vería utilizado en el secado de las cosechas, en instalaciones comerciales tales como silos terminales. ¿Hasta qué punto sería ello un error?

---

La N. G. P. A. contenía dos medidas importantes para la agricultura.

1) La Sección 401 proporcionaba una prioridad de no reducción para usos agrícolas esenciales y especificaba un cierto número de usos específicos, incluyendo el riego por bombeo y el secado de las cosechas como usos que no serían reducidos a menos que el gas fuera necesario para la calefacción de las casas y otros usos prioritarios. La Sección 401 prescribía que al gas natural para fabricación de piensos y al combustible utilizado en la fabricación de fertilizantes y productos químicos agrícolas se les acordase también la prioridad de no reducción.

2) La Sección 206 expresaba que los usos agrícolas estarían exentos de las medidas de incrementos de precio que el Congreso aprobó para todos los demás usos industriales. Solamente a los usos domésticos y comerciales a pequeña escala les han sido acordadas exenciones de incremento de precios junto con la agricultura.

La prioridad a efectos de los incrementos de precios y de la no adjudicación le fue acordada a la agricultura con objeto de impedir que el precio de los alimentos subiera innecesariamente. Las medidas de incremento de precios terminan en 1985, momento en que los precios del gas natural se supone que estarán ya fuera de control. Es incierto si habrá un período de actualización después de esa fecha o si la agricultura pagará entonces los aumentos de precios que correspondan a la industria. Sea cual sea el futuro, la alta prioridad concedida a las utilidades agrícolas hará que los agricultores continúen utilizando el gas natural en 1990 en la misma medida en que lo hicieron en 1974.

### **Electricidad**

La política energética nacional contempla nuestras vastas reservas domésticas de carbón como base para expandir en gran medida el uso de la electricidad en el futuro. Esta fuente de energía jugará un papel en creciente expansión en la producción agrícola para 1990. Nuestras proyecciones para dicho año eran las de que la electricidad proporciona-

ría 33.600 millones de kwh de potencia o un 5 por 100 por encima del nivel de 1974. Esta estimación puede haberse quedado algo corta. Al aumentar los costes de la energía procedente de combustibles fósiles, continuará la tendencia a convertir el bombeo para riego a energía eléctrica. Nuestras estimaciones de reducir el bombeo por medio del gas natural fueron probablemente sobrevaloradas a la luz de la Ley sobre Política del Gas Natural. Sin embargo, el esperado desplazamiento hacia los sistemas de riego mediante la utilización de motores diésel no tendrá lugar, sino que en cambio se convertirán a unidades que utilizarán motores eléctricos.

La importancia del riego ejerce un impacto notable sobre la cantidad de tierra utilizada en la explotación agrícola, debido a los mayores rendimientos conseguidos en las tierras regadas. En 1974, unos 5 millones de acres fueron regados. Estas proyecciones continúan la tendencia al incremento de las superficies en riego. Sin embargo, las tendencias en necesidades de riego por acre han sido modificadas para poder reflejar la mayor demanda de energía por acre-pie de agua a medida que la elevación requerida por el bombeo aumenta con una capa freática descendente. Además, la tendencia al uso de pivote central y otros sistemas a base de agua presurizada aumenta igualmente las necesidades energéticas por acre-pie. En consecuencia, estamos viendo algunas tierras de riego en las llanuras del Sur revirtiendo al cultivo de secano, conforme aumenta el costo de bombeo del agua, al subir los costes de la energía y descender el nivel de las capas freáticas. No obstante, esta disminución se verá neutralizada con el aumento del riego suplementario en áreas más húmedas.

### **PERSPECTIVAS DE LA ENERGIA PROCEDENTE DE LA BIOMASA**

El problema energético más importante con que se enfrenta el sector agrícola de los Estados Unidos es el de los combustibles líquidos. Existen varios enfoques que la

nación y la agricultura pueden adoptar al abordar este problema.

- *Conservación de la energía.*—La conservación de los combustibles líquidos se ha incrementado dramáticamente en el pasado reciente. Ello se ha conseguido por medio de una flota de vehículos con motores más eficientes en cuanto a consumo de combustible, al conducirse menos millas, bajando los termostatos y respondiendo de otras formas a más altos precios de la energía.
- *Mayor producción de petróleo.*—La producción doméstica se ha visto incrementada dramáticamente en respuesta a más elevados precios de la energía y a cambios en la política energética. Récords en la perforación fueron establecidos en 1980 y el porcentaje de pozos con éxito aumentó. Se ha incrementado la exploración y se están utilizando medidas para incrementar la producción a partir de los pozos existentes.
- *Cambio del consumo de combustibles líquidos a sólidos.*—La generación de energía eléctrica es y continuará estando cada vez más en dependencia del carbón, en lugar del petróleo. Los vehículos eléctricos se vislumbran ya en el horizonte energético.
- *Convertir otras fuentes de energía en líquidos.*—La gasificación del carbón y la licuefacción del aceite de esquistos bituminosos pueden incrementar la oferta de combustibles líquidos. Los Estados Unidos tienen enormes reservas de estas fuentes de energía. La utilización de ellas para producir gasolina, metanol y gasóleo son probables alternativas energéticas.
- *Uso de fuentes renovables de energía.*—Estas fuentes de energía, en gran medida sin explotar, incluyen la energía solar, la energía eólica, la térmica de los océanos y la biomasa.

#### **Políticas relativas a la biomasa**

La utilización de la biomasa de origen agrícola para producir energía ha estimulado mucho interés tanto en los Es-

---

tados Unidos como internacionalmente. Brasil, un país en gran medida dependiente del petróleo importado, se ha embarcado en un ambicioso programa para reemplazar tres importantes fuentes de combustible —carbón, gasolina y gasóleo— por otras fuentes de combustible derivadas de la biomasa. Por otra parte, India, Francia, Japón, Alemania Occidental, Indonesia, Tailandia y Filipinas producen cantidades significativas de etanol. Australia, Canadá y Nueva Zelanda tienen también programas de este tipo y algunos países europeos están llevando a cabo una intensa investigación. Los Estados Unidos, en respuesta a la amenaza de escasez de 1978-79 iniciaron varios programas para incrementar el desarrollo y la producción de combustibles a partir de biomasa. Estos programas incluyen:

- Una exención del impuesto de compra de 0,40 dólares por galón de etanol.
- Un crédito del 10 por 100 sobre el impuesto de inversión para el equipo de producción de alcohol como combustible.
- Un crédito en el impuesto sobre la renta para los productores de etanol que mezclen el combustible con gasolina, para su utilización en motores de combustión interna.
- Préstamos y garantías de préstamos para la construcción de plantas de etanol.
- Reducciones en el impuesto estatal que grava la gasolina. Alrededor de veinte estados individuales proporcionan tales subsidios.

La combinación de medidas estatales y federales que proporcionan incentivos para la producción de alcohol pueden variar desde 16,80 dólares por barril, en Estados que no ofrecen subsidios, hasta 56,70 dólares por barril de etanol, lo que supera sustancialmente al precio mundial del petróleo.

### Potencial de la biomasa

Los tipos de fuentes de energía a partir de la biomasa son numerosos y esta categoría es bastante amplia. La biomasa incluye productos forestales, residuos forestales, cosechas agrícolas y residuos de las cosechas, maricultura, acuicultura y residuos sólidos municipales. Las estimaciones sobre el potencial total de la energía a partir de la biomasa oscilan entre los 7 y los 16 quads. Esto se compara con el consumo actual de energía de los Estados Unidos, que es de unos 80 quads. Para el año 2000 la biomasa podría proporcionar entre el 7 y el 15 por 100 del consumo total de energía en los Estados Unidos.

La madera es con mucho la fuente principal de energía a partir de la biomasa —contribuyendo con 5-10 quads para el año 2000 (cuadro 15)—. Los productos forrajeros constituyen otra categoría con un gran potencial. Los cereales, pese a la manía del pasado reciente a producir etanol a partir de los cereales, no constituyen una fuente importante.

**Cuadro 15**  
Energía potencial de la biomasa en los Estados Unidos (Quads<sup>a</sup>)

| Recursos                                    | OTA     | DOE   | Tyner & Bottum | Tyner <sup>b</sup> |
|---|---------|-------|----------------|--------------------|
| Cereales <sup>c</sup> .....                 | 0-1     | 0,25  | 0,6-0,8        | 0,3-0,7            |
| Residuos de las cosechas .....              | 0,8-1,2 | —     | 0,6-0,9        | 0,6-1,0            |
| Madera .....                                | 5-10    | —     | —              | 5-10               |
| Productos forrajeros .....                  | 0,5-8,0 | —     | 1,0-2,3        | 1-4                |
| Desperdicios de los alimentos .             | < 0,1   | < 0,1 | —              | 0-0,1              |
| Desperdicios de los animales .              | 0,1-0,3 | —     | —              | 0,1-0,3            |
| Desperdicios sólidos municipa-<br>les ..... | —       | 0,1   | —              | 0,2-5 <sup>d</sup> |
| Total                                       |         |       |                | 7-16               |

<sup>a</sup> Un quad es 10<sup>15</sup> Btu. El consumo actual de energía en los Estados Unidos es de unos 78 quads al año. Nótese que las formas de energía no son todas comparables en términos de punto de medida. Por ejemplo, las cifras para los cereales están medidas como alcohol producido, mientras que la madera está medida como input de combustión directa, gas producido y alcohol producido.

<sup>b</sup> La variación representa el juicio actual de Tyner acerca de la variación más probable de energía de biomasa obtenible en los Estados Unidos para 1995-2000. La variación total no es la suma de las variaciones individuales, dado que algunas de las categorías representan la utilización del mismo recurso tierra.

<sup>c</sup> Los cereales serían utilizados más probablemente para la producción de etanol. Un quad de etanol son unos 12.000 millones de galones.

<sup>d</sup> Esta estimación fue obtenida a partir de la información contenida en el artículo de James R. Greco «Energy Recovery from Municipal Wastes», que figura en la publicación *Fuel and Energy from Renewable Resources*, editada por D. A. Tillman et al., New York y Londres: Academic Press, 1977.

### **Residuos de las cosechas**

El primer paso en la estimación del potencial total de los residuos de los cultivos consiste en estimar la cantidad total de residuos producidos cada año por los cultivos importantes en los Estados Unidos. El cuadro número 16 muestra la producción total de residuos vegetales procedentes de los 10 cultivos más importantes en los Estados Unidos, basado en datos de producción de 1975 a 1977. Un total de unos 400 millones de toneladas secas de residuos vegetales son producidos cada año. Partiendo de este dato, podemos estimar qué fracción de esa producción total podría ser utilizable para la producción de alcohol u otra fuente de energía. Para hacer esta estimación tenemos en cuenta tres factores: 1) la cantidad de residuos que quedan en el suelo para prevenir la erosión del suelo en cada área de recurso tierra; 2) la cantidad de residuos dejada en el suelo al no poder ser recogida por medios mecánicos, y 3) la cantidad de residuos que se pierden en el almacenamiento y transporte a la planta central de transformación. Tras tener en cuenta estos tres factores, llegamos a una estimación total de los residuos vegetales utilizables de alrededor de 80 millones de toneladas secas por año (cuadro 17). En otras palabras, sólo alrededor de una quinta parte de la producción total de residuos cada año es realmente utilizable para la producción de alcohol o de otras fuentes de energía. Pero incluso esta cantidad podría en potencia producir una gran cantidad de energía. Por ejemplo, si fuera toda ella convertida en alcohol, unos 7.000 millones de galones de alcohol podrían producirse cada año a partir de residuos de los cultivos solamente.

### **Cultivos forrajeros**

Los cultivos forrajeros podrían producirse en tres categorías de tierra: praderas artificiales, tierras destinadas a la producción de heno y tierras de pastos en la lluviosa mitad oriental de los Estados Unidos. En el análisis que sigue hemos supuesto que no hay producción excedentaria en el momento actual y que la producción actual se necesita enteramente para usos ganaderos. También suponemos que tanto las praderas artificiales como las destinadas a la pro-

Cuadro 16

## Residuos totales de las cosechas en los Estados Unidos (1975-77)

|              | <i>Residuos totales<br/>(1.000 toneladas)</i> |
|--------------|---|
| Maíz .....   | 171.048                                       |
| Trigo .....  | 99.890  |
| Soja .....   | 67.556  |
| Sorgo .....  | 21.123  |
| Avena .....  | 20.677  |
| Cebada ..... | 13.341  |
| Arroz .....  | 8.484   |
| Otros .....  | 17.570  |
| Total .....  | 411.240                                       |

Cuadro 17

## Total utilizable de residuos de los cultivos

| <i>Cultivo</i>       | <i>Residuos<br/>(1.000 tons)</i> | <i>Acres<br/>recolectables<br/>(1.000 acres)</i> | <i>Rendimiento<br/>(ton/acre)</i> |
|----------------------|----------------------------------|--|-----------------------------------|
| Maíz .....           | 36.885,2                         | 38.878,5   | 0,95                              |
| Cereales .....       | 33.623,2                         | 36.323,9   | 0,93                              |
| Sorgo .....          | 1.451,5                          | 4.100,4  | 0,35                              |
| Arroz .....          | 5.456,8                          | 2.515,7  | 2,17                              |
| Caña de azúcar ..... | 590,1                            | 331,0  | 1,78                              |
| Total .....          | 78.006,9                         | 82.149,5   | 0,95                              |

ducción de heno serían recolectables y que la mitad de los pastos restantes serían también recolectables. También, rendimientos con un aumento de uno o dos toneladas por acre podrían obtenerse, lo que resulta en un potencial de biomasa procedente de cultivos forrajeros que oscila entre 100 a 200 millones de toneladas secas al año. Esta producción adicional podría obtenerse mediante un aumento de la fertilización y cortes más frecuentes en los cultivos de forrajes existentes. Naturalmente, los precios del forraje habrían de ser lo suficientemente altos como para justificar los gastos y el esfuerzo adicionales en conseguir esta producción.

## Cereales

Me gustaría comenzar la discusión de los cereales hablando acerca de los límites a la producción de alcohol a partir de los cereales. Los factores más importantes que limitarán la producción de alcohol a partir de los cereales son de orden económico, de medio ambiente y de disponibilidad de tierras. El factor económico surgirá conforme aumente la producción de alcohol significativamente por encima de los niveles actuales o de un futuro próximo, y conforme la producción de alcohol empiece a competir fuertemente con las utilidades alimentarias y para piensos de los cereales. Factores ambientales podrían entrar en juego al aumentar la producción de maíz en respuesta a precios más altos para los cereales, ocasionados por la producción de alcohol. Cultivos en líneas tales como el maíz son más erosivos que los cultivos forrajeros u otros usos de la tierra, y aumentos significativos en la producción de maíz podrían conducir a una mayor erosión del suelo y a mayores vertidos de fertilizantes y pesticidas. El tercer factor es la disponibilidad de tierras. Es incierto cuánta tierra nueva podría entrar en producción, y cuánto costaría poner esa tierra en condiciones para la producción de maíz. Sin embargo, se necesita menos tierra de lo que pudiera esperarse, dado que los subproductos proteínicos dan lugar a producción de alcohol, tales como los cereales secos de las destilerías y la pasta de gluten de maíz, sustituto de la harina de soja y, por tanto, liberan tierra actualmente destinada al cultivo de la soja, para cultivar más maíz. Por cada 1.000 millones de galones de alcohol producido, unos 2,9 millones de acres de tierra de soja son convertidos a la producción de maíz y alrededor de 2 millones de nuevos acres de maíz son puestos en producción.

### Situación actual de la industria del etanol

La producción de alcohol de fermentación ha experimentado un salto de siete veces en los tres últimos años, alcanzando los 105 millones de galones. La mayor parte de esta producción procede de la conversión del maíz; el mijo y los desperdicios de la madera dan cuenta de menos del 5 por 100 de la producción total.

---

La producción de etanol genera también grandes cantidades de otros valiosos productos, entre los que se incluyen el dióxido de carbono, fuel oil, residuos de destilación ricos en proteína, levadura y sulfato amónico procedente de los depuradores. En la actualidad, la mayoría de los productores se desembarazan de su dióxido de carbono o lo utilizan como estimulante del crecimiento en las hortalizas. El fuel oil, cuando está disponible, es vuelto a mezclar con el etanol. En general, los residuos ricos en proteína constituyen los subproductos más valiosos. La naturaleza de tales subproductos depende del proceso de fabricación de los piensos. En algunas plantas industriales, el etanol es producido a partir de subproductos amiláceos de la trituración del maíz por vía húmeda y el residuo de la destilación tiene escaso valor nutritivo. Las plantas industriales que utilizan el procesado por vía seca producen cantidades significativas de proteína en forma de cereales secos de destilería (D. D. G.), que se venden como piensos para el ganado. La demanda de estos piensos sobrepasa a su oferta.

Hay alrededor de nueve fabricantes importantes de etanol de fermentación. Un solo fabricante, Archer-Daniels-Midland (A. D. M.), es responsable de aproximadamente la mitad de la producción interior norteamericana, con una capacidad instalada de 70 millones de galones al año, y piensa incrementar su capacidad total a 250 millones de galones al año en cuatro plantas. El número total de productores podría aumentar de forma apreciable en los próximos años, incluso si se reducen los subsidios federales.

Corrientemente el etanol de fermentación es usado casi exclusivamente para el gasohol, que es una mezcla de 90 por 100 de gasolina y 10 por 100 de etanol. En el futuro, el etanol de fermentación será utilizado también directamente como combustible, en calderas, turbinas de gas, células de combustible y como pienso químico para el ganado.

La demanda de gasohol es básicamente similar a la de gasolina. Dado que el gasohol se vende generalmente a unos 3-4 centavos por encima de la gasolina premium sin plomo y puesto que el público no percibe generalmente una ventaja sustancial al utilizar el nuevo combustible, las ventas de

---

gasohol son todavía escasas. Aunque hay ya más de 9.000 estaciones de gasohol en cuatro estados, solamente 1.600 millones de galones de gasohol, con un contenido de 160 millones de galones de etanol, fueron vendidos en 1980.

Se espera que el número de productores se incremente significativamente en base a las solicitudes de permisos para instalar plantas de etanol y destilerías agrícolas recibidos por el gobierno federal. Gran parte del primitivo interés por la construcción de plantas de etanol estuvo basado en la disponibilidad de garantías de préstamos federales. Debido a cambios en la política, la cuantía de los préstamos garantizados se ha reducido significativamente. Esto ha hecho que los inversores privados abandonen el mercado o busquen otros medios para financiar la construcción de plantas. Un interés significativo ha sido mostrado por intereses extranjeros con experiencia en la construcción de plantas de fermentación de alcohol.

#### **Limitaciones al desarrollo de la industria**

El etanol tiene un considerable potencial de uso en una variedad de aplicaciones. Su utilización final potencial incluye:

- motores de combustión interna provistos de bujías,
- motores diésel,
- calderas,
- turbinas de gas,
- células de combustible para las empresas de servicios públicos, y
- piensos petroquímicos para el ganado.

En tales usos compite con otros combustibles líquidos y sólidos. En la mayoría de los casos alguna modificación técnica se requiere en el motor, turbina u otro uso. Varios factores afectan al uso potencial del etanol. Estos factores incluyen:

- los precios relativos del etanol y de los combustibles competitivos,
- disponibilidad asegurada,
- distribución del producto,

- aceptación del producto,
- capital invertido en el transporte e industrias.

### **Precios relativos**

Dado que casi todo el etanol producido se usa para el gasohol, el elevado precio del gasohol en comparación con la gasolina premium sin plomo constituye indudablemente el más importante factor restrictivo de la demanda. El gasohol no presenta ninguna ventaja importante sobre la gasolina premium sin plomo como combustible utilizado en el transporte; la distancia recorrida por litro no es grande debido al más bajo poder calorífico del etanol, aun cuando el etanol actúa aumentando los octanos, así que un galón de etanol es equivalente a un galón de gasolina como forma de energía, en tanto que el etanol no exceda del 10-15 por 100 de gasolina en volumen. El uso del gasohol no ha probado que aumente con él la vida útil del motor. La demanda parece ser bastante elástica al precio, y tan pronto se desvanezca la ventaja temporal que favorece a la gasolina mediante el descontrol de los precios petrolíferos, es probable que la demanda aumente rápidamente.

El precio resulta ser un factor limitante en el empleo del etanol como combustible para calderas. A 21,3 dólares el millón de Btu, resulta aproximadamente diez veces más caro que el carbón (2,1 dólares el millón de Btu) y mucho más caro que el gasóleo, a 6 dólares el millón de Btu. El etanol se enfrenta con un inconveniente similar en comparación con los combustibles convencionales utilizados en las turbinas de gas. En sus aplicaciones para las células de combustible, aunque el etanol es técnicamente adecuado, perderá la batalla con el metanol, que resultará más económico.

### **Disponibilidad asegurada**

La producción de etanol depende en gran medida de las disponibilidades y costos de la materia prima, y la estructura actual de la producción es poco flexible en relación con los cambios de la materia prima. Por ejemplo, las grandes trituradoras por vía húmeda procesan principalmente maíz. A causa de la concurrencia en los mercados de valores de

---

---

cereales y del ascendente precio del maíz en el último trimestre de 1980, muchos consideran que la fiabilidad del suministro resulta un tanto discutible. Aun cuando este factor ejerce poco impacto en la demanda de gasohol, está tornándose esencial en el desarrollo de otros mercados para etanol puro.

### **Distribución del producto**

El sistema de distribución de hoy está dirigido solamente a la distribución del gasohol. Aunque el número de bombas de gasohol alcanzó las 9.000 en 1980 y pronto superará las 10.000, la red de distribución al detall está todavía altamente regionalizada y concentrada en el Medio Oeste. Los sistemas de distribución de gasolina, por contraste, están más desarrollados a lo largo de las costas este y oeste, donde se consume la mayor parte de la gasolina. En consecuencia, en los mayores segmentos potenciales del mercado las ventas de gasohol se ven en gran medida limitadas por problemas de distribución.

### **Aceptación del producto**

El etanol ha venido siendo utilizado durante años por las industrias químicas y de bebidas. La demanda de etanol de fermentación como materia prima química se ve limitada solamente por la dimensión del mercado y por la postura del mercado en relación con el etanol sintético. La aceptación del etanol puro de fermentación para otros usos, tales como la generación de energía y de calor y como combustible directo para vehículos a motor, se ve fuertemente frenada por la ausencia de demostraciones suficientes.

### **Capital inmovilizado**

Técnicamente, el etanol puede sustituir a cualquier combustible debido a sus características físicas y químicas: es un combustible más limpio, más ligero y de mayor octanaje, aun cuando su contenido calorífico (definido en unidades de calor por unidad de peso) no se compara favorablemente con el de los combustibles competitivos. Mientras que el gasohol puede ser utilizado con seguridad en cual-

quier coche norteamericano, todos los demás usos del etanol se ven limitados por la necesidad de adaptarse al capital inmovilizado.

El etanol como combustible único en los vehículos a motor requiere modificaciones importantes del motor, ya que el etanol puro tiene diferentes propiedades de combustión que las de la gasolina pura. El mayor octanaje y otras propiedades particulares del etanol requieren un diseño diferente de los motores que utilizan bujías, en particular, una relación mayor de compresión, lo que requiere a su vez la modificación de las cabezas de los cilindros y la del carburador. La naturaleza más corrosiva del etanol requiere también una protección especial.

El etanol sin mezclar no puede ser utilizado en los motores diésel convencionales sin modificar drásticamente el sistema de encendido. Las mezclas de combustible etanol-gasóleo no parecen resultar tan atractivas como las de metanol-gasolina.

Además del gran inconveniente del etanol, en cuestión de precio, frente a otros combustibles para calderas, la combustión directa en calderas de vapor o agua caliente requeriría cambiar por lo menos el quemador, los tanques de almacenamiento y los conductos del combustible. Por estas razones, la demanda de etanol para estos usos es inexistente.

El etanol, para su utilización en las turbinas a gas, parece atractivo para algunas empresas de servicios públicos con el fin de rebajar los picos de utilización, pero si este mercado se desarrolla, el metanol será probablemente el combustible preferido (como lo será para otras aplicaciones en las turbinas a gas no estacionarias, tales como motores de aviación). El alcohol requeriría una mayor capacidad de almacenamiento de combustible (debido al más bajo contenido calórico por unidad de volumen) y una modificación del sistema de alimentación. En las condiciones de hoy, no obstante, el mercado de turbinas a gas para el etanol resulta despreciable debido a sus inconvenientes de precio en relación con los combustibles convencionales disponibles.

### **Desarrollo futuro de combustibles alcohólicos**

Varias conclusiones importantes surgen del análisis reciente de la producción de alcohol:

- La producción de alcohol a partir de los cereales no será competitiva en los próximos diez años sin un subsidio federal si los precios reales del petróleo aumentan al 5 por 100 o menos anualmente.
- No es probable que una cantidad significativa de alcohol, metanol o etanol, sea producida a partir de la celulosa para 1990. Incluso si las tecnologías de conversión de la celulosa están disponibles comercialmente para 1985, no serán competitivas económicamente con la gasolina sin un subsidio federal, con aumentos del precio real del petróleo del 5 por 100.
- No se producirán cantidades significativas de alcohol sólo con los actuales subsidios federales y con aumentos reales de los precios del petróleo del 5 por 100 y menos.
- Con los subsidios corrientes y los estatales, el alcohol a partir de cereales y la conversión celulósica se hacen competitivos con la gasolina con un 3 por 100 de aumento en el precio real del petróleo. Una cantidad que oscila entre los 3.400 y los 6.400 millones de galones de alcohol será producida.

Aunque el etanol puede ser producido a partir de una amplia variedad de productos de origen vegetal (maíz, cereales, sorgo, trigo, patatas, azúcar y melazas), todos ellos envuelven costos de producción más elevados que el etanol a partir del maíz o bien la tecnología no está actualmente disponible a escala comercial. El maíz por sí sólo en la actualidad representa alrededor del 80 por 100 de toda la capacidad existente y planeada de producción de etanol.

### **Implicaciones para el sector agrícola**

El efecto primario y de primer orden que causa la producción aumentada de etanol es el incremento de los precios del maíz. Bajos niveles de producción de alcohol

---

(menos de 2.000 millones de galones) no causan enérgicas respuestas de la oferta o la demanda. La mayoría de los impactos son significativos sólo a niveles más altos de producción de alcohol.

El efecto de los precios en aumento del maíz sobre la ganadería es doble. Primero, más altos precios del maíz disminuyen la cantidad de vacuno de carne alimentado con maíz y aumentan la de vacuno en plan extensivo. Altos precios para la carne de vacuno reducen la demanda de dicha carne y aumentan la demanda de los sustitutivos de la carne de vacuno.

Un aumento en el precio del maíz también origina un incremento de la tierra utilizada en dicho cultivo a partir de tierra inculca y aumenta la competencia entre la superficie de maíz y otras tierras en cultivo. La competencia por la tierra de cultivo existente es, no obstante, mitigada por las reducciones en la superficie de soja debidas a la penetración de subproductos ricos en proteínas, procedentes de la producción de alcohol, en el mercado de los piensos para el ganado. Por cada tres bushels de maíz utilizados en la producción de alcohol, alrededor de un bushel de cereales secos de destilería (D. D. G.) son producidos. La penetración de tales subproductos ricos en proteínas en el mercado interior de piensos para el ganado está limitada, sin embargo, cuando la producción de etanol alcanza entre los 3.000 y 4.000 millones de galones. La producción de etanol a estos niveles satura los mercados interiores con sustitutos de la harina de soja. A menos que los subproductos puedan ser exportados, ellos serán valorados por la energía, en equivalente maíz, no por la proteína. Aumentos en la relación de los precios maíz-soja causan desplazamientos de la superficie de soja hacia el maíz. Una producción reducida de soja disminuye la producción de aceite y harina de soja. Uno de los subproductos derivados de la producción de alcohol utilizando el proceso de trituration por vía húmeda, el aceite de maíz, contrarresta parcialmente la menor producción de aceite de soja.

Precios más altos para el maíz conducen igualmente a una reducción de las exportaciones. El cambio en los

---

hábitos de consumo hacia los productos de origen animal es probable que induzca un cambio en la demanda de trigo para exportación, al ser reemplazado el trigo por productos animales. La dirección final en el cambio de la cantidad de trigo para exportación depende de la cuantía del incremento de precio del trigo a consecuencia de la menor producción interior.

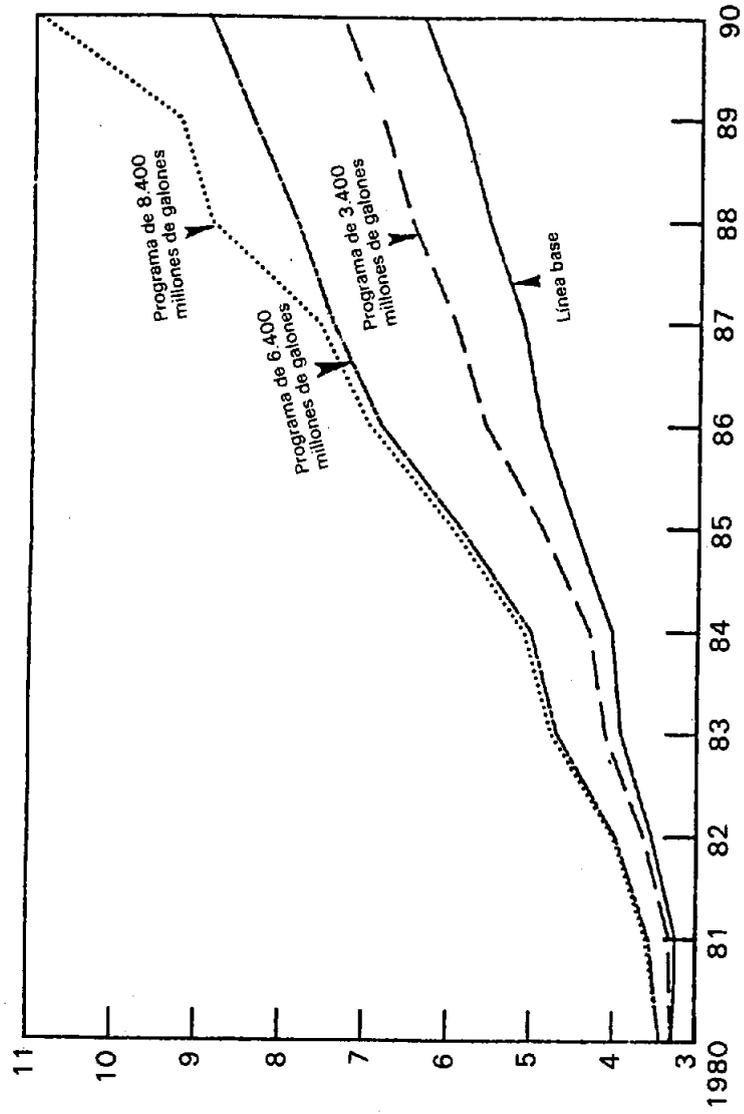
### **Efectos sobre el subsector del maíz**

El efecto primario de la producción de etanol recae en el maíz. Los resultados de análisis previos sugieren que hay solamente impactos de escasa importancia con una producción de etanol de hasta 2.000 millones de galones al año (que requieren aproximadamente 800 millones de bushels de maíz). Es posible, sin embargo, que impactos significativos pudieran tener lugar a niveles inferiores de producción si los mercados internacionales se cerrasen o existieran condiciones de sequía en el interior del país.

Como fue sugerido anteriormente, los precios del maíz aumentan conforme aumenta la producción de etanol. La magnitud del impacto del precio no es función lineal de la producción de etanol, sino que, en su lugar, el aumento es exponencial. Mayores niveles de producción de etanol ejercen proporcionalmente mayores efectos que los que ejercen programas más modestos. Una producción de etanol de 3.400 millones de galones al año es probable que cause de un 10 a un 15 por 100 de aumento en el precio real del maíz. Si la producción de etanol aumentase por encima de los 3.400 millones de galones al año, entonces los precios reales del maíz podrían aumentar de un 30 a un 40 por 100 (6.400 millones de galones al año) o de un 50 a un 70 por 100 (8.400 millones de galones al año), aunque la producción de etanol a partir de los cereales no es probable que alcance los 4.000 millones de galones al año para 1990.

La tendencia temporal de los máximos precios simulados del maíz según niveles alternativos de producción de etanol aparece reflejada en la figura 1. Para el programa producción de 3.400 millones de galones, los precios del maíz aumentarán linealmente durante todo el período de si-

**Figura 1**  
**Máximos precios medios simulados del maíz para niveles de producción de etanol de 3.400, 6.400 y 8.400 millones de galones al año: 1981-90**  
\$/bu.



mulación. Más rápidos incrementos de precios son evidentes para los programas de 6.400 y 8.400 millones de galones, que comienzan en 1984. En 1987, un gran crecimiento de la producción de etanol, dentro del programa de los 8.400 millones de galones, causará aumentos significativos en el precio.

La cuantía del aumento en el precio del maíz, particularmente en los grandes niveles de producción de etanol, indica la incapacidad de la agricultura norteamericana para conseguir capacidad adicional de producción con los costos actuales. Aumentos adicionales en la oferta cuestan más, por unidad, que la producción existente. Los costos en aumento están generados en gran medida por la competencia por la tierra de cultivo existente y por una más costosa conversión de la tierra de cultivo potencial, combinado con sólo moderados aumentos de productividad. Los efectos combinados de una demanda para las exportaciones agrícolas en aumento y una industria creciente de etanol para combustible promueven suministros adicionales de maíz solamente si aumentan significativamente los precios de producción. La demanda para exportación del maíz no responde a los aumentos de precios. En 1990 las exportaciones disminuirán alrededor del 2 por 100 con respecto a la línea base, para un programa de producción de etanol de 6.400 millones de galones.

Los precios más elevados del maíz ejercen dos efectos importantes sobre la oferta de maíz: aumentan la producción y disminuyen las reservas. En respuesta a los aumentos de demanda de maíz por parte de los productores de etanol, la producción de maíz aumentará un 5 por 100 (496 bushels), 12 por 100 (1.145 bushels) y 16 por 100 (1.490 bushels) por encima de la base, para una producción de etanol de 3.400, 6.400 y 8.400 millones de galones, respectivamente. Las necesidades de maíz para cada programa en 1990 son 1.322, 2.489 y 3.267 millones de bushels y representan 14, 25 y 33 por 100 de la oferta prevista de maíz para 1990. Las exportaciones y la demanda interior, por consiguiente, deben decrecer para cada nivel de producción de etanol en 1.002, 1.827 y 2.325 millones de bushels, respectivamente,

para poder acomodar la demanda de maíz procedente de los productores de etanol.

Además de los aumentos de producción, la oferta de maíz se incrementa también por la reducción de las reservas. El maíz fluye de las reservas hacia el mercado conforme aumentan los precios. Las previsiones de base para 1990 de casi 600 millones de bushels disminuirán rápidamente para cada nivel de producción de etanol. Las reservas de maíz, según cada programa de producción de etanol, es probable que disminuyan en 0-15, 20-40 y 65-70 por 100.

Grandes aumentos en los precios del maíz, en combinación con la penetración de subproductos del etanol en el mercado de piensos ricos en proteínas de origen animal, es probable que causen desplazamientos significativos de la superficie de soja hacia el maíz, particularmente para los programas de etanol a mayor escala. Dos fuerzas, no obstante, pueden mitigar el hecho de que la tierra de cultivo se desplace de la soja al maíz. En primer lugar, si los mercados no están disponibles para la exportación de los subproductos ricos en proteínas, entonces la producción de etanol puede hacerse rentable sólo marginalmente. Entre 3.000 y 4.000 millones de galones de producción de etanol agotarán las posibilidades domésticas de sustitución de los subproductos del etanol por harina de soja. Si no existe un mercado internacional para ellos, los subproductos serán valorados por su energía y no por su proteína. La producción de etanol, que depende para su rentabilidad de significativos créditos a cargo de los subproductos, se enfrentará con un grave obstáculo. En segundo lugar, la supresión de la regulación del gas natural ocasionará aumentos significativos en los precios de los fertilizantes nitrogenados. Pautas de rotación de las producciones combinando el maíz y la soja se harán más comunes debido a la capacidad de la soja de fijar el nitrógeno.

### **Efectos de otros cereales**

Los efectos sobre el precio real para los otros cereales importantes figuran en el cuadro 18. Los incrementos de precios serán más significativos por encima de una producción de etanol de 3.400 millones de galones. Se manifiesta-

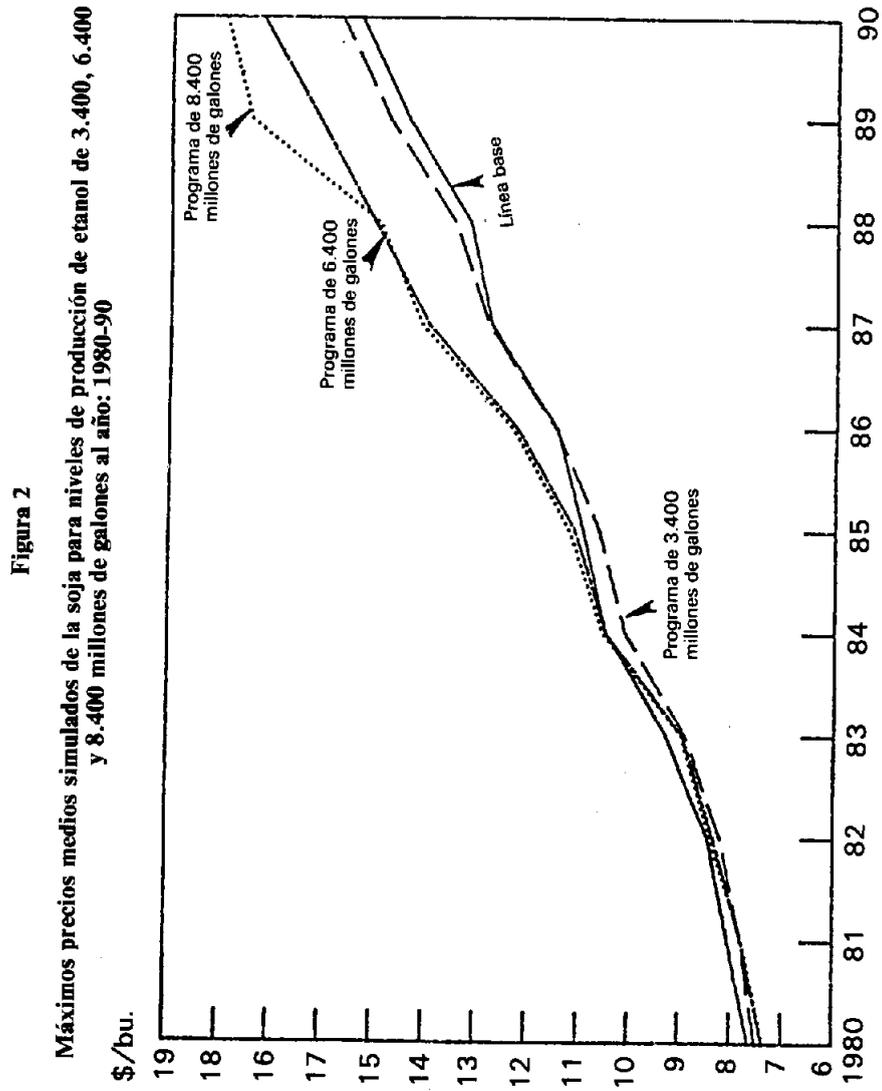
Cuadro 18

Resumen de los impactos previstos para 1990 en el precio real de los cereales, según producciones de etanol de 3.400, 6.400 y 8.400 millones de galones al año

| Producto básico | Variación en el precio real (%) |                           |                           |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                 | 3.400 millones de galones       | 6.400 millones de galones | 8.400 millones de galones |
| Maíz .....      | 10-15                           | 30-40                     | 50-70                     |
| Soja .....      | 0-1                             | 1-13                      | 6-17                      |
| Trigo .....     | 0-1                             | 0-4                       | 0-6                       |
| Sorgo .....     | 3-4                             | 9-10                      | 30-34                     |
| Cebada .....    | 1-7                             | 13-18                     | 13-37                     |
| Avena .....     | 5                               | 12-16                     | 31-57                     |

rán aumentos en los precios del sorgo, cebada y avena cuando se alcance una producción de etanol de 6.400 millones de galones al año. A corto plazo, menores aumentos de precio son probables para el trigo y la soja. Las abundantes cosechas de trigo de 1979 (2.134 millones de bushels) y 1980 (2.370 millones de bushels) y una gran cosecha prevista en 1981 (2.614 millones de bushels), junto con reservas próximas a los 1.000 millones de bushels, sugieren que existen más que suficientes suministros de trigo a corto plazo.

La penetración de los subproductos ricos en proteína en el mercado de los piensos para el ganado es probable que reduzca la demanda de harina de soja y rebaje la presión sobre los precios. La trayectoria de crecimiento de los precios máximos simulados de la soja según la línea base y para los niveles de producción de etanol de 3.400, 6.400 y 8.400 millones de galones al año vienen dados en la figura 2. No hay impactos significativos en los precios de la soja para una producción de etanol de 3.400 millones de galones al año. Para los programas de producción de 6.400 y de 8.400 millones de galones al año, los precios de la soja es probable que aumenten dentro del margen del 13 al 17 por 100 a partir de la previsión de base. Esta previsión no considera ni la supresión de la regulación del gas natural ni las limitaciones del mercado de exportación. Una presión hacia abajo resultante de la penetración de los subproductos en el mer-



cado de piensos ricos en proteína será contrarrestada, en gran medida, por la presión hacia arriba que la producción de alcohol ejercerá sobre todos los cultivos.

Los mercados de exportación para el conjunto de los cereales no responden a los aumentos de precios de los productos básicos. Las exportaciones de trigo, por ejemplo, disminuirán sólo un 3 por 100 en 1990 al aumentar los precios del trigo un 6 por 100. Es el carácter rígido de la demanda de exportación, combinado con una base limitada de tierra de cultivo, lo que motiva los efectos extremos de precios en los programas a gran escala de producción de etanol.

Variaciones en la producción de algunos cereales seleccionados figuran en el cuadro 19. Es probable que los únicos impactos significativos sobre la producción sean para los del maíz y la soja. Los resultados para la soja deben interpretarse como de impacto máximo. Todos los demás cereales muestran sólo pequeñas variaciones de su producción. La mayor parte del efecto que ejerce la producción de etanol sobre dichos cultivos resulta de las variaciones de los precios. Incluso una producción de etanol de 8.400 millones de galones ejerce sólo un impacto marginal sobre el sorgo, la cebada y la avena.

Cuadro 19

Resumen de los impactos previstos en 1990 sobre la producción de cereales para producciones de etanol de 3.400, 6.400 y 8.400 millones de galones al año

| Cereales     | Oscilación de las variaciones de producción (%) |                           |                           |
|--------------|---|---------------------------|---------------------------|
|              | 3.400 millones de galones                       | 6.400 millones de galones | 8.400 millones de galones |
| Maíz .....   | 5-13  | 12-19                     | 16-19                     |
| Soja .....   | (0)-(0)   | (-3)-(-8)                 | (-9)-(-12)                |
| Trigo .....  | 0-0,3   | 0-0,8                     | 0-1                       |
| Sorgo .....  | 1-6   | 3-6                       | 3-10                      |
| Cebada ..... | 0-2   | 5-10                      | 5-10                      |
| Avena .....  | 0-1   | 0-3                       | 0-4                       |

### **Efectos sobre el sector ganadero**

Los efectos sobre el sector ganadero pueden sintetizarse de la siguiente forma:

- A niveles de producción de etanol del orden de 4.000 a 5.000 millones de galones, el vacuno de carne en régimen de estabulación y la producción de leche disminuirán en un 5 por 100, aproximadamente, la producción de porcino aumentará un 6 por 100 y la producción de pollo disminuirá un 10 por 100.
- A niveles de producción de etanol del orden de 8.000 a 9.000 millones de galones, la producción de leche disminuirá en un 6 por 100, la de vacuno para carne en un 10 por 100, la de porcino en 8 por 100 y la producción de pollo en un 14 por 100.

### **Efectos sobre la renta agraria**

Un programa con énfasis en la biomasa incrementaría sustancialmente la renta agraria. Tanto los ingresos de los productores de cereales como los de los productores ganaderos aumentarían sustancialmente. Se estima que la renta agraria aumentaría en un 10, 20 y 30 por 100 para los tres niveles de producción de alcohol, respectivamente.

### **Efectos sobre los precios al consumo**

Dado que la alimentación representa una gran proporción de los gastos de los consumidores (18 por 100), los aumentos en los precios de los alimentos ejercen un efecto considerable sobre el costo de vida. La demanda de los consumidores para cualquier producto viene determinada por los gustos y la renta de la población. Para este análisis se ha supuesto que el gusto de los consumidores acerca de los productos alimenticios va a permanecer aproximadamente lo mismo que en la actualidad.

---

---

### RÉSUMÉ

*Cet article discute les politiques avant et après la crise énergétique, comme base pour évaluer le changement potentiel dans la consommation d'énergie dans les Etats Unis. On présente les réponses dans l'économie nationale et aussi un cadre à l'intérieur duquel on peut évaluer les changements potentiels dans le secteur agricole. On présente également les changements dans les modèles culturels et d'utilisation de l'énergie qui auront probablement lieu en 1990. Finalement, le potentiel d'utilisation de la biomasse agricole renouvelable est discuté et l'option d'alcool à partir des céréales est évaluée.*

### SUMMARY

*This paper discusses pre- and post energy crisis policies as basis for assessing potential change in U. S. energy consumption. Responses in the national economy and a framework for evaluating potential change in the agricultural sector are presented. Changes in the cultural and energy use patterns that are likely to take place by 1990 are also presented. Lastly, the potential for use of renewable agricultural biomass is discussed and the grain alcohol option evaluated.*

