

II Jornada Crisis Energética / AEREN

5 de noviembre 2005, Santa Fe del Penedès

aeren



asociación para el estudio
de los recursos energéticos

PRODUCCION AGRARIA Y ENERGÍA



CONTENIDO

- **Actividad agraria: Importancia histórica**
- **Conceptos**
- **Balances Energéticos**
- **La Situación**
- **Alternativas**
 - Suelo
 - Fertilización
 - Flora arvense
 - Plaguicidas
- **A modo de resumen**



IMPORTANCIA HISTÓRICA (I)

- Misión de la producción agraria:
“Suministrar alimento y otros elementos de subsistencia para los seres humanos”
- La experiencia derivada de la práctica agropecuaria y forestal ha sido la base de todo el conocimiento humano.
- Todos los conocimientos sobre los seres vivos, acumulados por la humanidad hasta la aparición de la ciencia experimental, a finales del siglo XVIII, proceden de la práctica agronómica (Catón, Varrón, Columela, Abu Zaccharia, Alonso de Herrera) (*).

(*) **Lectura recomendada:** Introducción de Eloy Terrón a la edición facsímil de “Agricultura General” de Alonso de Herrera, 3ª edición, Servicio Publicaciones, Ministerio Agricultura , 1996



IMPORTANCIA HISTÓRICA (II)

- Durante milenios y hasta la llamada “Revolución Verde” la humanidad ha vivido y se ha desarrollado analizando y manteniendo el equilibrio

SUELO - VEGETACION - CLIMA - FAUNA

- Hoy en día, los sistemas de producción agraria de los países (mal llamados) desarrollados y en gran parte de los que no lo son, han llevado a los agrosistemas a ser inviables, a medio y largo plazo, para cumplir con la misión de la producción agraria, y esto aunque no existiera la crisis energética que se nos avecina.

PRODUCCION AGRARIA

- Agricultura + Ganadería + Forestal

LIMITE AMBIENTAL

- Para cada lugar del planeta, se puede mejorar rápidamente la cosecha de cualquier tipo de cultivo, que sea posible en la zona, hasta alcanzar un valor de producción (*límite ambiental*) a partir del cual ninguna cantidad de dinero, ingenio o fertilizante podrá aumentarla.

AGRICULTURA

- Ciencia de la localidad.

AHORRO ENERGETICO, en la agricultura se diferencia del resto de sectores en tres puntos:

- Unidades consumidoras pequeñas, dispersas, sin técnicos especializados y sobre todo heterogéneas.
- Unidades motrices (un 98% de la potencia instalada) son móviles y no permiten fácilmente usar energías distintas al gasóleo.
- La producción vegetal es la **UNICA** actividad económica donde la eficacia energética es superior a la unidad, como consecuencia de la fotosíntesis.

BIOMASA: El rendimiento energético del proceso de fotosíntesis, es muy escaso:

Máximos teóricos:

- A nivel celular es del 30%
- A nivel cultivo es del 6% de la energía solar incidente y sólo se alcanza excepcionalmente en algunos cultivos tropicales.
- A nivel cultivo en zonas templadas es del 1-2 %
- A nivel mundial es del orden del 0,1 %, lo que supone unas 4 veces el consumo energético mundial

Problemas:

- Cerca del 41% es biomasa acuática
- Biomasa terrestre muy dispersa
- Hay que descontar la energía necesaria para su cultivo, recolección y transformación en combustible útil

Fuente: Adaptación de Mellado, 1983



BALANCES ENERGETICOS (I)

BALANCES ENERGETICOS

- Energía empleada frente al equivalente energético de las producciones obtenidas.
- Pueden ser:
 - GLOBALES de las agriculturas nacionales
 - ESPECIFICOS de las distintas actividades productivas
- Problemas:
 - Son muy imperfectos.
 - No están tipificados ni detallados para poder realizar “benchmarking”.
 - En alimentación no se puede tener en cuenta sólo la energía medida en calorías, también es preciso valorar contenido proteico, vitaminas y minerales.

BALANCES ENERGETICOS (II)

Ej.1 - Balance energético agrario anual en UK (TKJ)

(No incluye reemplazo ni sector forestal)

| ENTRADAS | TKJ | | SALIDAS | TKJ |
|---------------------------|-----|--|---------------------|-----|
| Combustibles sólidos | 1 | | Cereales | 103 |
| Electricidad | 33 | | Patatas | 15 |
| Combustibles petrolíferos | 70 | | Remolacha azucarera | 19 |
| Fertilizantes | 86 | | Hortalizas | 4 |
| Pesticidas | 2 | | Vacuno | 27 |
| Maquinaria | 41 | | Ovino | 6 |
| Piensos importados | 51 | | Porcino | 15 |
| | | | Aves | 13 |
| | | | Leche | 44 |
| Total | 284 | | Total | 246 |

Eficacia energética $246/284 = 0,87$

Fuente: Agricultural Development and Advisory Service, ADAS Quarterly Review, nº 36, 1980

BALANCES ENERGETICOS (III)

Ej.2 - Balance energético agrario anual en España (TKJ)

| ENTRADAS | TKJ | | SALIDAS | TKJ |
|----------------------|---------|--|---------------------------|-------|
| Semillas | 21,3 | | Producción final agrícola | 205,9 |
| Tracción animal | 2,2 | | | |
| Estiércol | 27,9 | | Producción final ganadera | 52,6 |
| Fertilizantes | 74,7 | | | |
| Maquinaria | 12,3 | | Producción final forestal | 163,6 |
| Carburantes | 111,6 | | | |
| Electricidad | 10,2 | | | |
| Tratamientos | 8,1 | | | |
| Trabajo | 0,9 | | | |
| Piensos concentrados | 269,3 | | | |
| Cultivos forrajeros | 146,7 | | | |
| Pajas | 160,9 | | | |
| Reempleo | (498,9) | | | |
| Total | 347,2 | | Total | 422,1 |

Eficacia energética $422,1/347,2 = 1,21$

Fuente: Adaptación de Naredo y Campos, Agricultura y Sociedad, nº 15, 1980

BALANCES ENERGETICOS (IV)

Ej.3 - Balance energético cereal seco (MJ)

| | Agricultura 2000 A.C. | | Agricultura 1880 | | Agricultura 1960 | | Agricultura 2000 | |
|----------------------------|--------------------------|----------|---------------------|----------|---------------------|----------|---------------------|----------|
| TIEMPO h/Ha | 1200 | | 300 | | 26 | | 12 | |
| ENERGIA Mj/Ha | | | | | | | | |
| | Valor | % | | % | | % | | % |
| Trabajo | 481 | 70 | 1841 | 52 | 60 | 1 | 36 | 0 |
| Máquinas | 60 | 9 | 110 | 3 | 240 | 3 | 264 | 2 |
| Semillas | 151 | 22 | 780 | 22 | 1980 | 23 | 2145 | 13 |
| Carburante | | | | | 3180 | 37 | 3102 | 19 |
| Nitrógeno | | | | | 2623 | 31 | 9190 | 55 |
| Fósforo | | | | | 33 | 0 | 856 | 5 |
| Potasio | | | | | 16 | 0 | 425 | 3 |
| Pesticidas | | | | | 110 | 1 | 318 | 2 |
| Herbicidas | | | | | 68 | 1 | 318 | 2 |
| Estiércol | | | 810 | 23 | 235 | 3 | 102 | 1 |
| Total energía | 692 | 100 | 3541 | 100 | 8545 | 100 | 16756 | 100 |
| Cosecha en Kg/Ha | 1000 | | 1800 | | 2200 | | 2500 | |
| Cosecha en Mj/Ha | 14025 | | 25245 | | 28050 | | 35062 | |
| Eficacia energética | 20,27 | | 7,13 | | 3,28 | | 2,09 | |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Lacasta, Marchetti, Pimentel, Ulrich y Voltes

BALANCES ENERGETICOS (V)

■ Algunos datos de eficacia energética de cultivos en secano (*):

| | |
|-------------|------|
| ■ Alfalfa | 1,31 |
| ■ Avena | 2,02 |
| ■ Cebada | 1,91 |
| ■ Maíz | 0,61 |
| ■ Patata | 1,10 |
| ■ Remolacha | 1,82 |
| ■ Trigo | 2,09 |

(*) Variedades autóctonas, no OGM

Fuente: Elaboración propia

BALANCES ENERGETICOS (VI)

■ Algunos datos de eficacia energética en ganadería no extensiva:

| | | |
|---|---------|------|
| ■ | Porcino | 0,61 |
| ■ | Vacuno | 0,53 |
| ■ | Ovino | 0,26 |
| ■ | Aves | 0,15 |

■ Algunos datos de eficacia energética en ganadería extensiva (*):

| | | |
|---|---------|------|
| ■ | Porcino | 0,84 |
| ■ | Vacuno | 0,75 |
| ■ | Ovino | 0,34 |
| ■ | Aves | 0,23 |

(*) Razas autóctonas

Fuente: Elaboración propia

BALANCES ENERGETICOS (VII)

■ Algunos datos de eficacia energética en cultivos forzados:

| | | |
|----------------------------|------|-------|
| ■ Tomate en hidropónico | 0,02 | (OGM) |
| ■ Tomate en invernadero | 0,05 | |
| ■ Olivar en superintensivo | 0,26 | |
| ■ Olivar en intensivo | 0,48 | |

Fuente: Elaboración propia

■ Índice de Mecanización:

$$\text{IM} = \frac{\text{Nº de CV de tractores y motocultores}}{\text{Nº de Ha de tierras cultivadas y prados naturales}} = \mathbf{315,1 \text{ CV/Ha}}$$

Fuente: Libro Blanco de la Agricultura y el Desarrollo Rural, MAPA 2003



LA SITUACION (I)

■ En medio de una crisis energética nos encontramos, entre otros, con los siguientes agravantes:

- Rotura absoluta del equilibrio medioambiental
 - Contaminación del agua superficial y subterránea
 - Suelos “muertos”
 - Carencia de variedades adaptadas a cada entorno ecológico
 - Escasa biodiversidad con desequilibrio fauna-flora (ausencia de ganado)
- Despoblación y envejecimiento en el medio rural
- Aplicación masiva de técnicas de cultivo no equilibradas
- Dependencia del transporte



LA SITUACION (II)

- Ante esto, la única alternativa posible consiste en aplicar técnicas de producción agraria compatibles con el medio ambiente.
- Para ello es preciso, al menos, CONOCER y APLICAR los principios e interacciones que rigen la vida de las plantas y los animales, así como el medio en que se desarrollan, llegando a una PRODUCCION AGRARIA SOSTENIBLE.
- Libro Blanco Agricultura y Desarrollo Rural (2003) no menciona balances energéticos de ningún tipo.



LA ALTERNATIVA (I)

PRODUCCION AGRARIA SOSTENIBLE:

Sistema integrado de prácticas de producción de plantas y animales, aplicables a un lugar específico, que

- *Satisfaga las necesidades de alimento de la población a largo plazo*
- *Favorezca la calidad ambiental y los recursos naturales*
- *Obtenga más eficacia de los recursos no renovables*
- *Mantenga los ciclos biológicos naturales*
- *Asegure la viabilidad energética de las operaciones*
- *Permita una calidad de vida de los agricultores*

EL SUELO Y SU LABOREO

■ SUELO

- Es un “organismo vivo” (microfauna y flora).
- Equilibrio SUELO - VEGETACION - CLIMA - FAUNA

■ LABOREO

- *“Conjunto de operaciones encaminadas a favorecer la función mecánica de las raíces, lombrices y microorganismos con el fin de mejorar o mantener la estructura del suelo, favorecer el intercambio gaseoso, controlar la flora arvense y preparar el lecho de siembra” (Lacasta, 2000).*

■ LABOREO

- Labranza tradicional
- Laboreo de conservación



LA ALTERNATIVA (III)

■ LABOREO DE CONSERVACION, CLASES (*)

- Laboreo reducido ó mínimo
- Laboreo bajo cubierta
- Laboreo en franjas
- Siembra en caballones
- Siembra directa

■ APLICACIÓN

- Uno o más de los métodos citados, según condiciones agronómicas

■ CLAVES

- Correcto manejo de los residuos
- Control de la flora arvense

(*) **Fuente:** CTIC (Conservation Technology Information Center)



LA ALTERNATIVA (IV)

■ LABOREO DE CONSERVACION, VENTAJAS FRENTE A LA LABRANZA TRADICIONAL (*)

- Disminuye la erosión
- Favorece el aumento de materia orgánica (+0,5% en 12 años)
- Permite gestionar mejor los recursos hídricos del suelo
- Mejora la estabilidad estructural
- Aumenta la solubilización de reservas asimilables
- Permite la actividad biológica
- No influye de forma significativa en la producción de los cultivos herbáceos
- Mejora el control de la flora arvense
- OPTIMIZA EL CONSUMO ENERGETICO, al reducir el número de pasadas y la potencia necesaria en cada una

(*) **Fuente:** López-Fando, 1991; Bello y López-Fando, 1993; Lacasta y Meco, 1997; Dorado *et al.* 1997; Carrasco, 1997

LA FERTILIZACION

“La tierra, si se estercola, ni envejece ni se fatiga” (Columela)

- **Idea falsa: *cuanto más se abona más se produce.***
- **Algunos datos de coste energético de los abonos**

- **Abonos simples**

- Nitrato Amónico 15.926 MJ/Tm
- Superfosfato cal 777 MJ/Tm
- Cloruro Potásico 251 MJ/Tm

- **Abonos compuestos**

- 22-11-11 17.559 MJ/Tm (25% más que simples, pero pesa menos)
- 17-17-17 14.867 MJ/Tm (25% más que simples, pero pesa menos)

Fuente: Adaptado de Cánovas Cuenca, MAPA, 1983

Fertilizantes en España (año 2002)

- Consumo : 5.360.000 Tm/año (el 40% importado).
- Extensión fertilizable: 15.252.000 Ha de tierras de cultivo + praderas naturales - barbecho (no SAU).
- Ratio promedio superficie fertilizable: 351 Kg/Ha.
- Abonar 1 Ha para un cultivo regularmente intensivo equivale a recorrer 12.450 Km en el coche de su dueño que consume 6 l/100Km de gasolina super.



LA ALTERNATIVA (VII)

Principales problemas de la fertilización al uso

- Consumo de energía no renovable equivalente al de unos 16 millones de vehículos del tipo anteriormente indicado.
- Contaminación o deterioro de las aguas por nitratos.
- Reducción de las bacterias fijadoras de nitrógeno y de los hongos micorrícicos en más de un 60 % (Pozuelo y De Felipe, 1995).
- Reducción de la actividad enzimática en el suelo.



LA ALTERNATIVA (VIII)

■ Una fertilización sostenible debería estar basada fundamentalmente en el uso de abonos verdes y residuos de cosecha.

■ Para conseguir

- Aumentar los niveles de materia orgánica
- Restaurar el equilibrio mineralización-humificación
- Favorecer el desarrollo de organismos simbiotes
- Generar biodiversidad en el suelo
- Disminuir la contaminación por lixiviado
- Hacer viables los agrosistemas

recordando que los restos orgánicos en el suelo no son elementos químicos agrupados sino que reactivan la actividad biológica del suelo modificando el edafosistema y aumentando la fertilidad.

LA FLORA ARVENSE

“En la naturaleza nada hay superfluo” (Averroes)

- Es un componente más de cualquier agrosistema que complementa el conjunto.
- Debe ser manejada como aliada, no como enemiga.
- Su control no debe ser erradicarla sistemáticamente, sino mantener siempre las poblaciones en densidades aceptables económicamente (Nogueroles y Zaragoza, 1999).
- Se ha controlado hasta mediados del siglo XX en base a escarda manual y rotaciones. Hoy se emplean herbicidas.



LA ALTERNATIVA (X)

Consumo de herbicidas:

- No hay datos oficiales fiables en cuanto a cantidad sólo en importe: 281 M€ en 2000 y 330 M€ en 2002.

Ventajas de las “malas hierbas”:

- Estabilizan el suelo controlando la erosión
- Crean microclimas favorables a los microorganismos
- Suministran materia orgánica
- Constituyen los hábitat naturales de insectos y aves
- Incrementan la biodiversidad

El uso de herbicidas elimina estas ventajas.



LA ALTERNATIVA (XI)

Métodos de control alternativos al uso de herbicidas

■ Preventivos

- Limpieza y selección de semillas, control paso ganado

■ Curativos

- Escarda manual
- Métodos físicos (Quema selectiva, Solarización)
- Métodos agronómicos
 - Laboreo del suelo
 - Tiempo y densidad de siembra
 - Rotación de cultivos
 - Uso de especies y variedades
 - Cultivos intercalados y cubiertas vivas
 - Fertilización adecuada
- Métodos biológicos

LAS PLAGAS

“En la naturaleza nada hay superfluo” (Averroes)

- También son un componente de los agrosistemas.
- Igualmente, su control no debe ser erradicarlas sistemáticamente, sino mantener siempre las poblaciones en densidades aceptables económicamente.
- Se han controlado hasta mediados del siglo XX en base a selección, labores manuales y rotaciones. Hoy se emplean plaguicidas.
- Consumo de plaguicidas: No hay datos oficiales fiables en cuanto a cantidad sólo en importe: 540 M€ en 2000 y 633 M€ en 2002.



LA ALTERNATIVA (XIII)

Métodos de control alternativos al uso de plaguicidas

■ Preventivos

- Elección de cultivos adaptados al medio

■ Curativos

- Métodos físicos
- Métodos agronómicos
 - Buenas prácticas de cultivo
 - Eliminación de monocultivos y cultivos intensivos
 - Uso de especies y variedades
- Lucha biológica
 - Especies depredadoras
 - Trampas y atrayentes feromonales



A MODO DE RESUMEN (I)

- Tenemos un problema energético dentro de un problema medio ambiental más amplio.
- La importancia de un sistema de producción agraria no depende únicamente de sus niveles de rendimiento, sino también, y sobre todo, de su eficiencia energética.
- *El problema no es básicamente de índole técnica, como pensamos, sino de tipo humano: nuestra soberbia y ambición desmedidas, que nos han hecho olvidar que estamos y formamos parte de la naturaleza.*



A MODO DE RESUMEN (II)

- Recordando la advertencia de Machado:
“Todo necio, confunde valor y precio”
- Busquemos soluciones que restablezcan el equilibrio roto, no se trata de volver al Neolítico sino de mejorar nuestro conocimiento del sistema

SUELO - VEGETACION - CLIMA – FAUNA
y aplicarlo equilibradamente junto con el resto de conocimientos técnicos (*), evolucionando así hacia una producción agraria sostenible que es pilar básico en el puente que nos lleva a una nueva sociedad.

Fuente: Adaptado de Alarcón, Revista El Cultivador Moderno, nº 755, 1982