

MEMORIA PARA LA OBTENCIÓN  
DE LA SUFIENCIENCIA  
INVESTIGADORA

Biocombustibles:  
Investigación de una  
propuesta de trabajo  
en el aula

Mariana Ballenilla Samper  
Diciembre 2010



# ¿Qué es el cenit del petróleo?

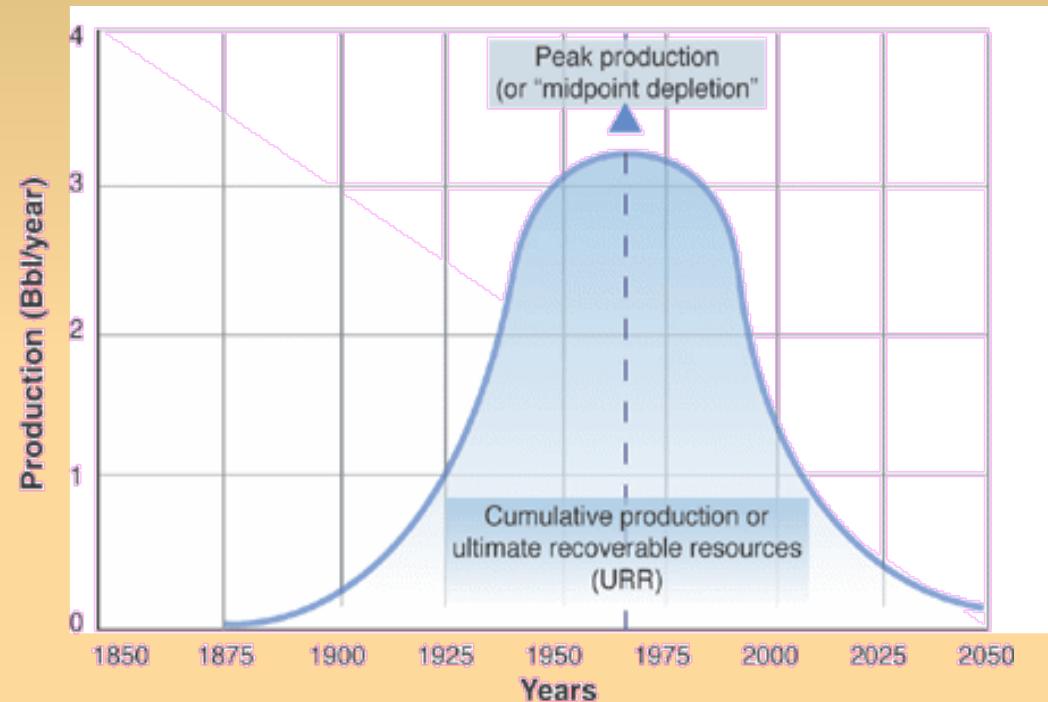
Es una teoría científica desarrollada por el geofísico *Marion King Hubbert* (1903-1989) cuando trabajaba para la *Shell Oil Company* en Texas de 1943 a 1964



Trata de la pauta de producción de pozos y campos petrolíferos

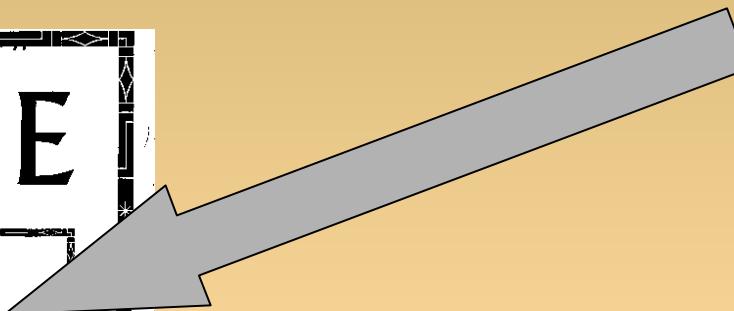
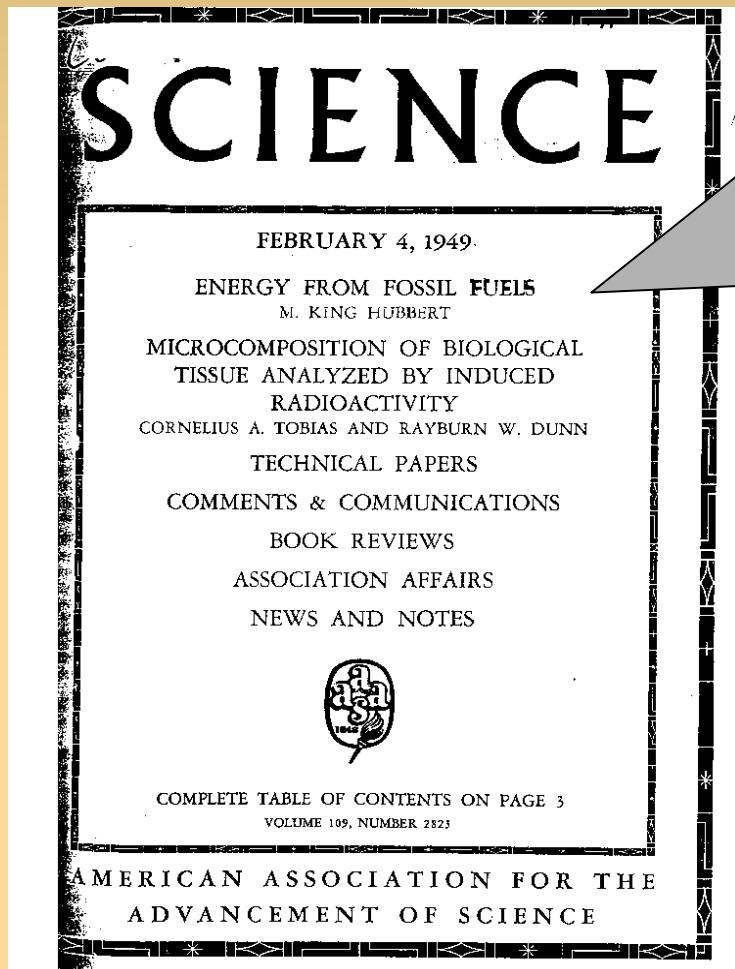
# ¿En qué consiste la teoría?

**Según Hubbert la producción crece exponencialmente hasta un máximo, que se da cuando se ha extraído la mitad del petróleo recuperable de ese pozo.**

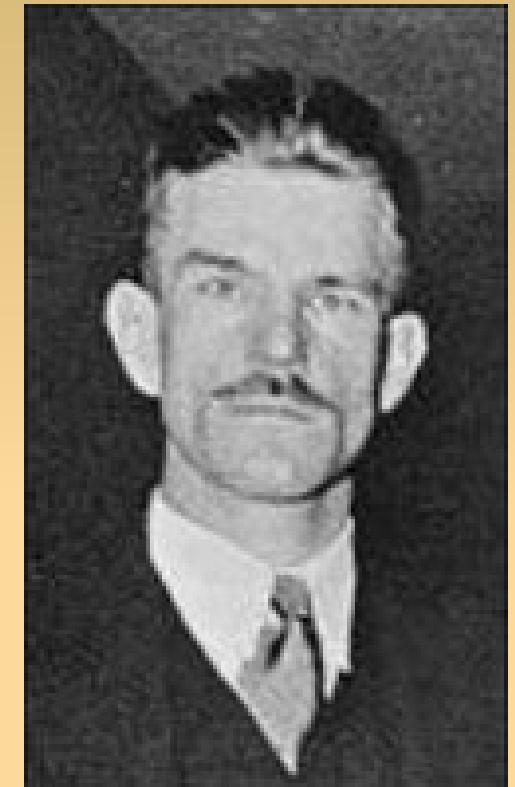


**A partir de ese momento la producción decrece en la misma medida, se haga lo que se haga.**

# Da igual que sea un pozo, un campo, un país o el mundo

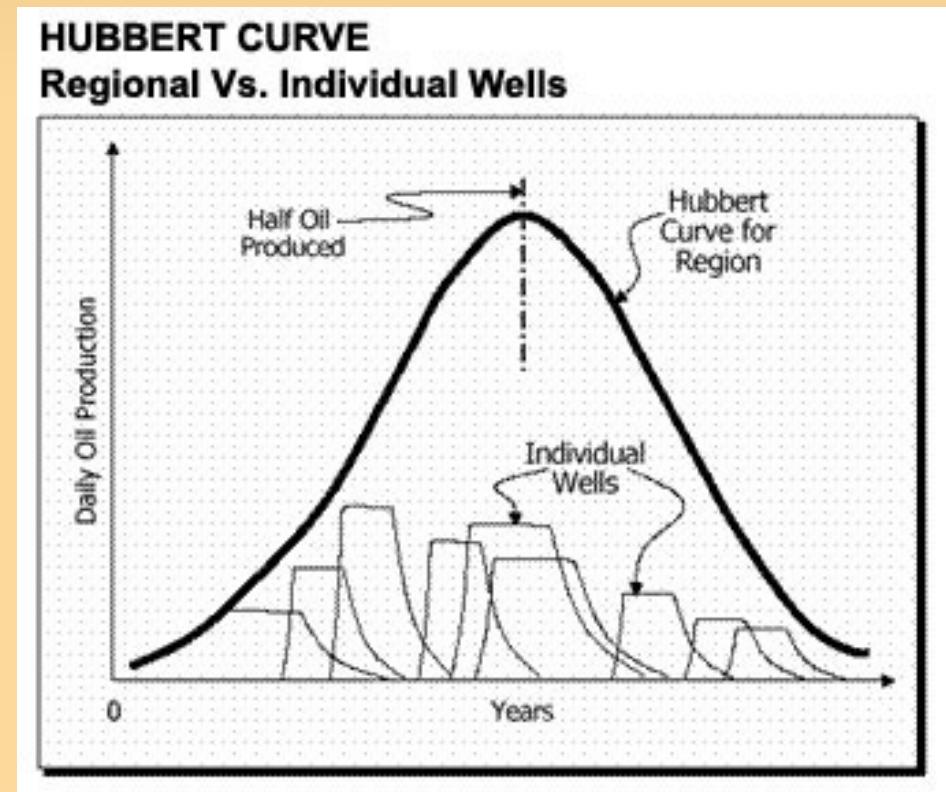


*En 1949 publica en la revista **Science** sus descubrimientos y hace una predicción para EEUU*



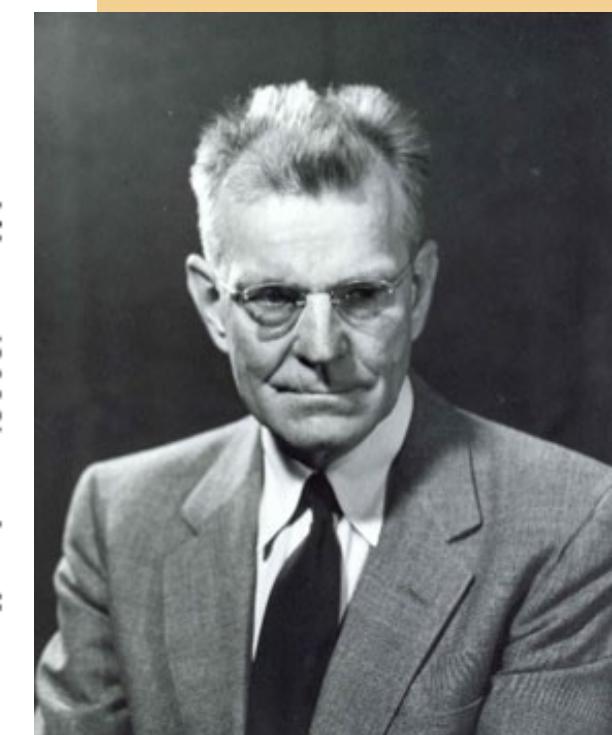
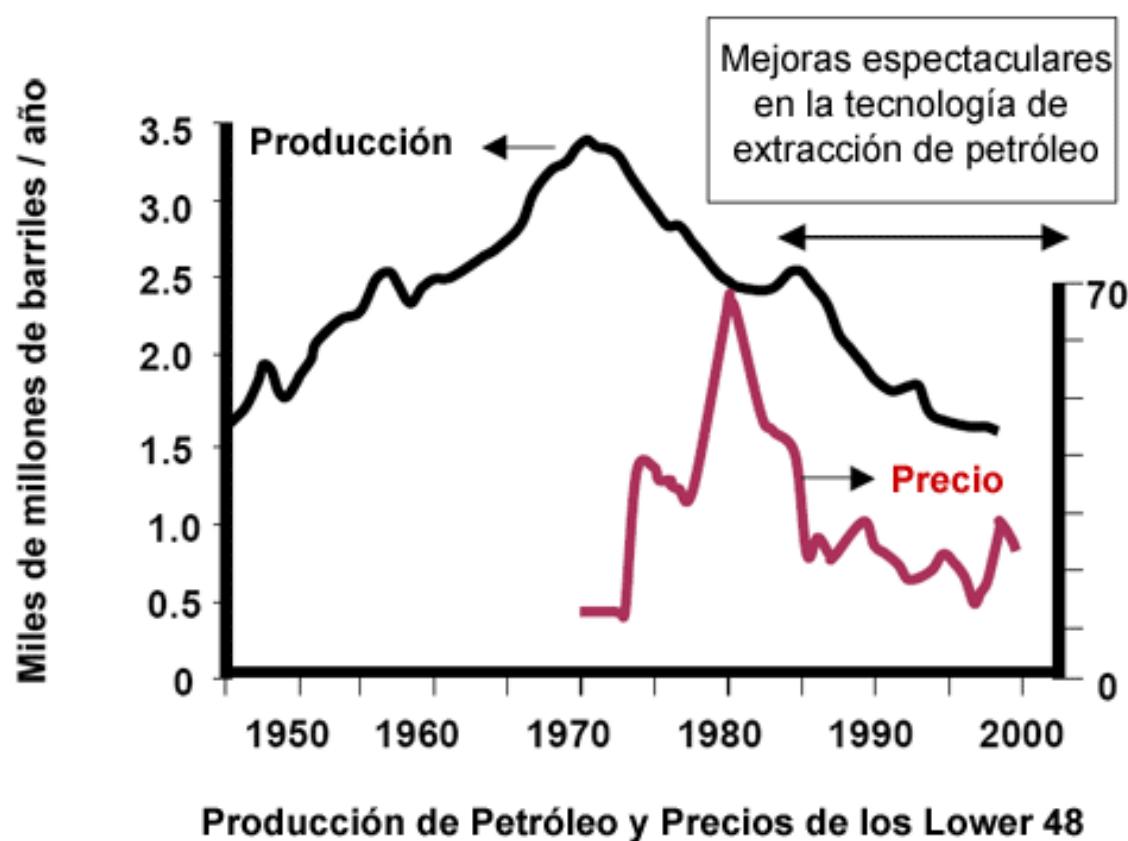
# El Cenit de EEUU para 1970

En el congreso del *American Petroleum Institute* en 1956 (San Antonio, Texas) Hubbert predijo que la producción total de petróleo de los Estados Unidos alcanzaría su *pico* a finales de los 60 o principios de los 70



# ¡Y en 1970 ocurrió!

EEUU, no ha conseguido remontar su “pico” ni siquiera con coyunturas de precios favorables, y se trata de un país que dispone de capitales, tecnología y estabilidad política.

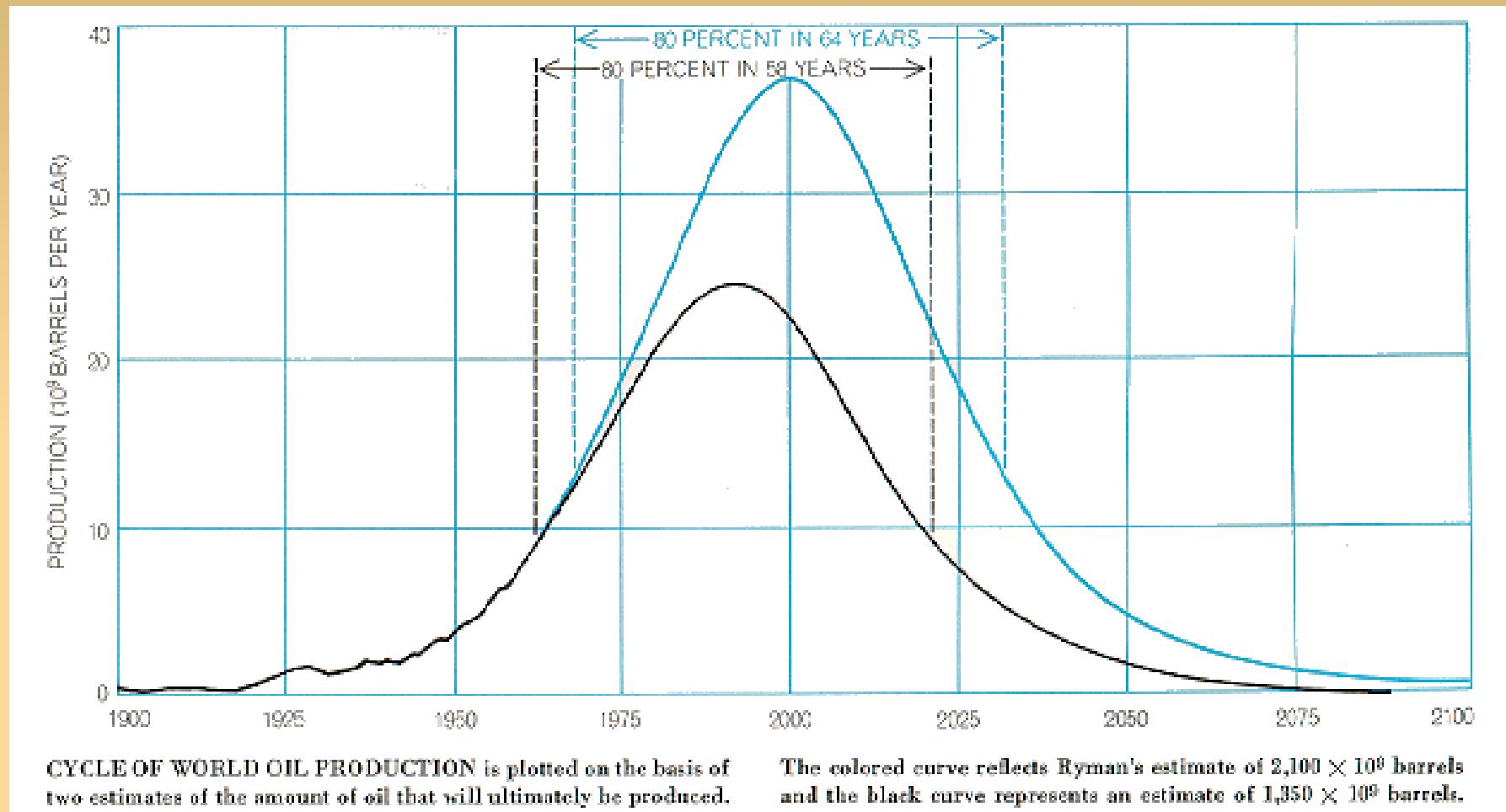


# ¿Y el Cenit mundial?



En 1971 predijo el pico mundial entre 1995 y el 2000

# Entre 1995 y el 2000

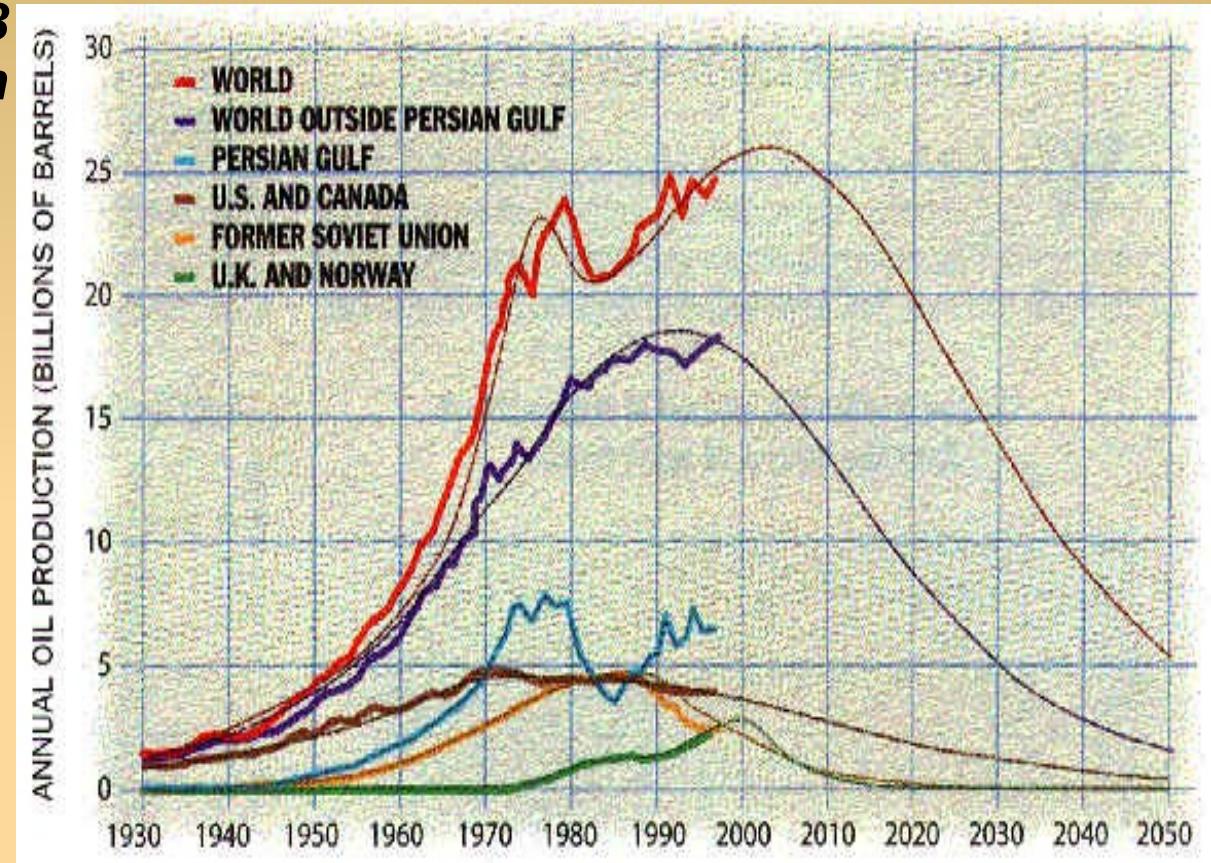


Hubbert usó tanto las estimaciones pesimistas de las reservas mundiales de crudo como las más optimistas (vez y media mayores).

# ¡Sí se cumplieron sus previsiones!

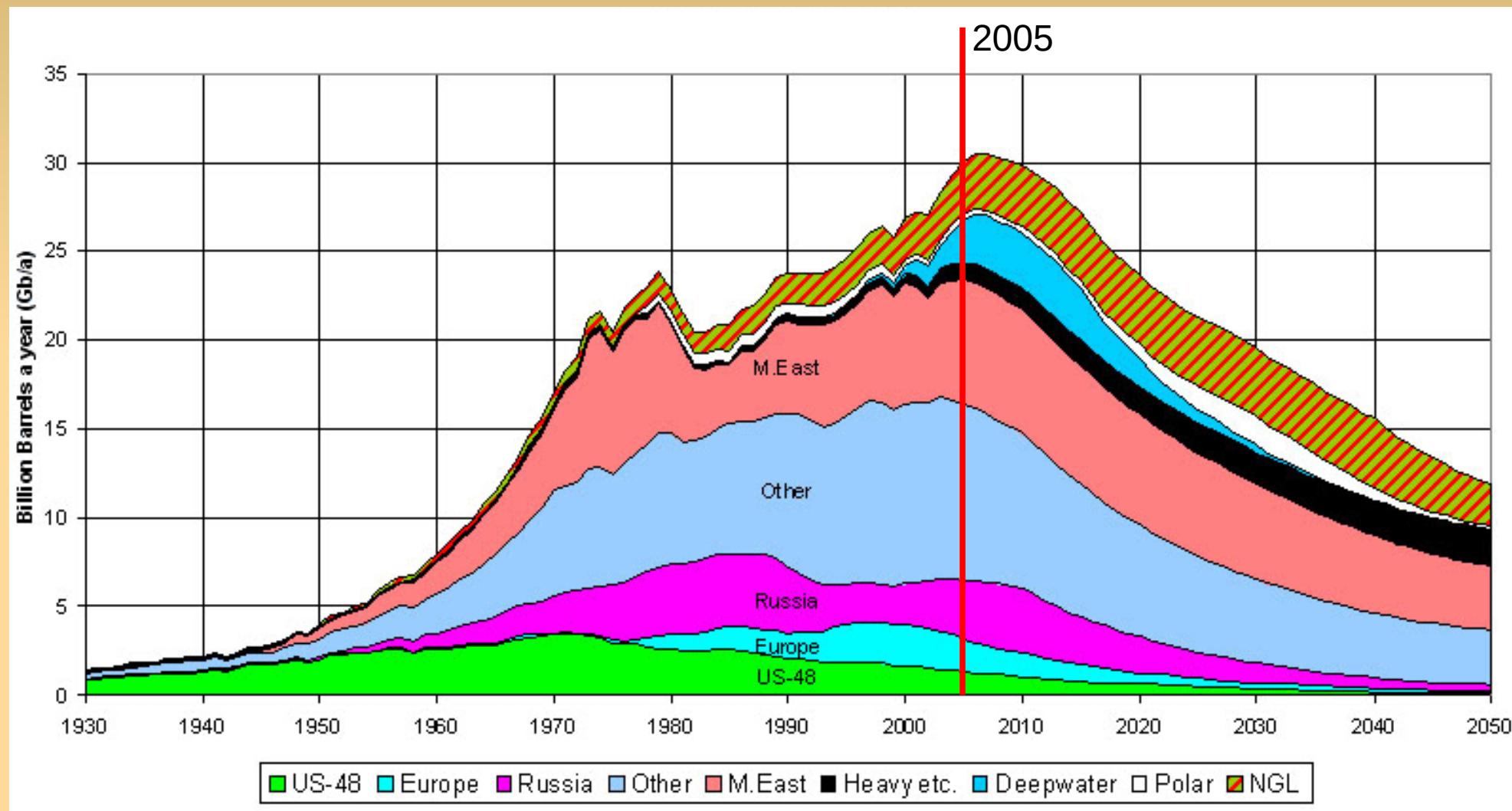
ASPO 1998  
*Scientific American*

De no haber sido  
por el lustro de  
estanflación y la  
disminución  
drástica del  
consumo de finales  
de los '70 y  
principios de los  
'80, provocado por:

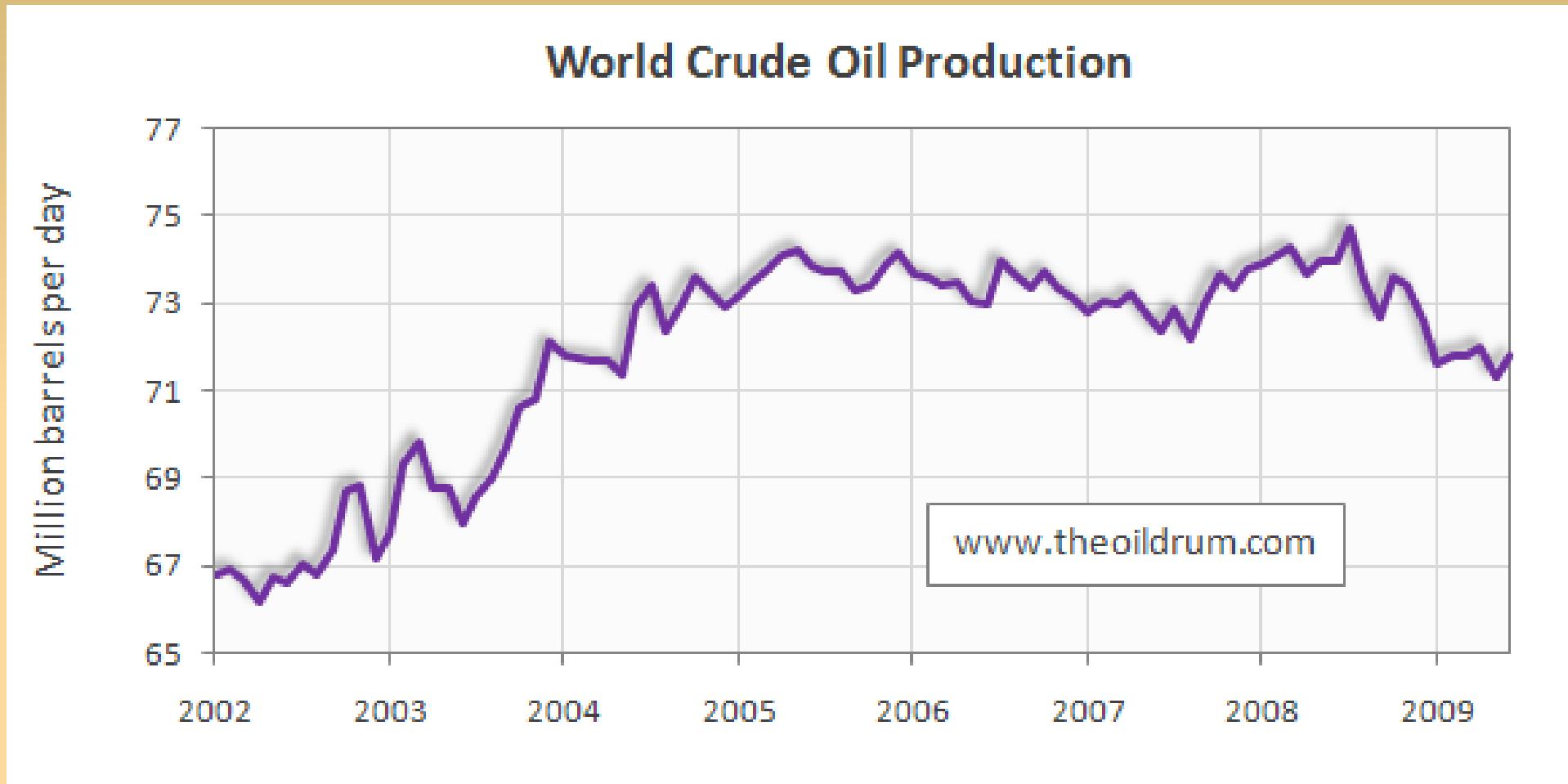


El embargo que siguió a la guerra del Yom Kipur en 1973  
El cierre del Estrecho de Ormuz, a causa de la Revolución  
Iraní de 1979

# ASPO prospectiva 2005



# Estamos desde 2005 en una meseta...



Que no ha superado los 74,74 millones de b/d alcanzados en julio de 2008

# La AIE, 2010

**La Agencia Internacional de la Energía (AIE) ha reconocido en su *World Energy Outlook* de 2010 el “pico histórico de 70 mb/d (millones de barriles por día) alcanzado en 2006” (página 7 de su resumen ejecutivo en español).**

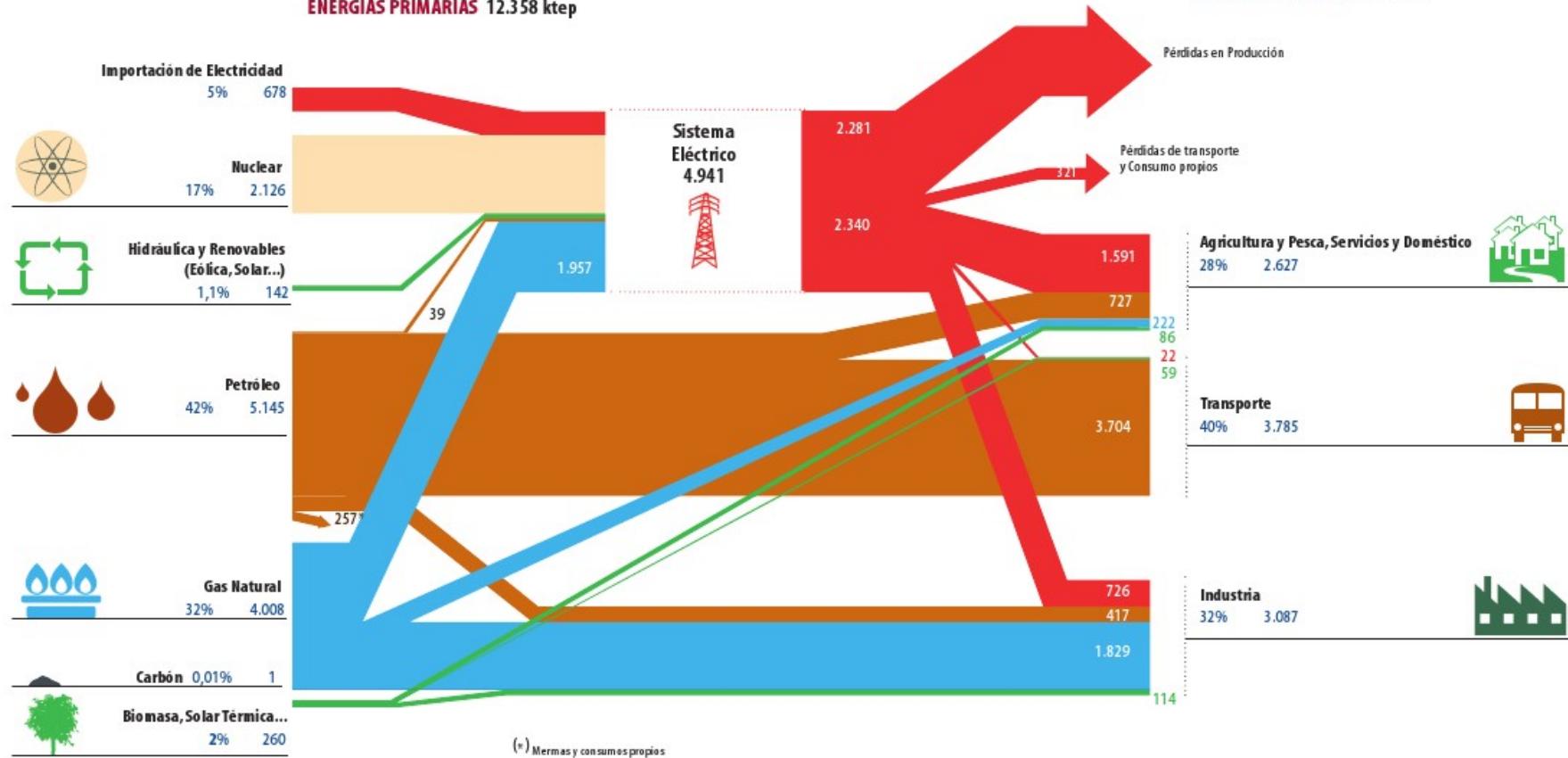
# ¿Qué consecuencias tendrá la desaparición de las energías fósiles?

Diagrama de flujos energéticos de la Comunidad Valenciana

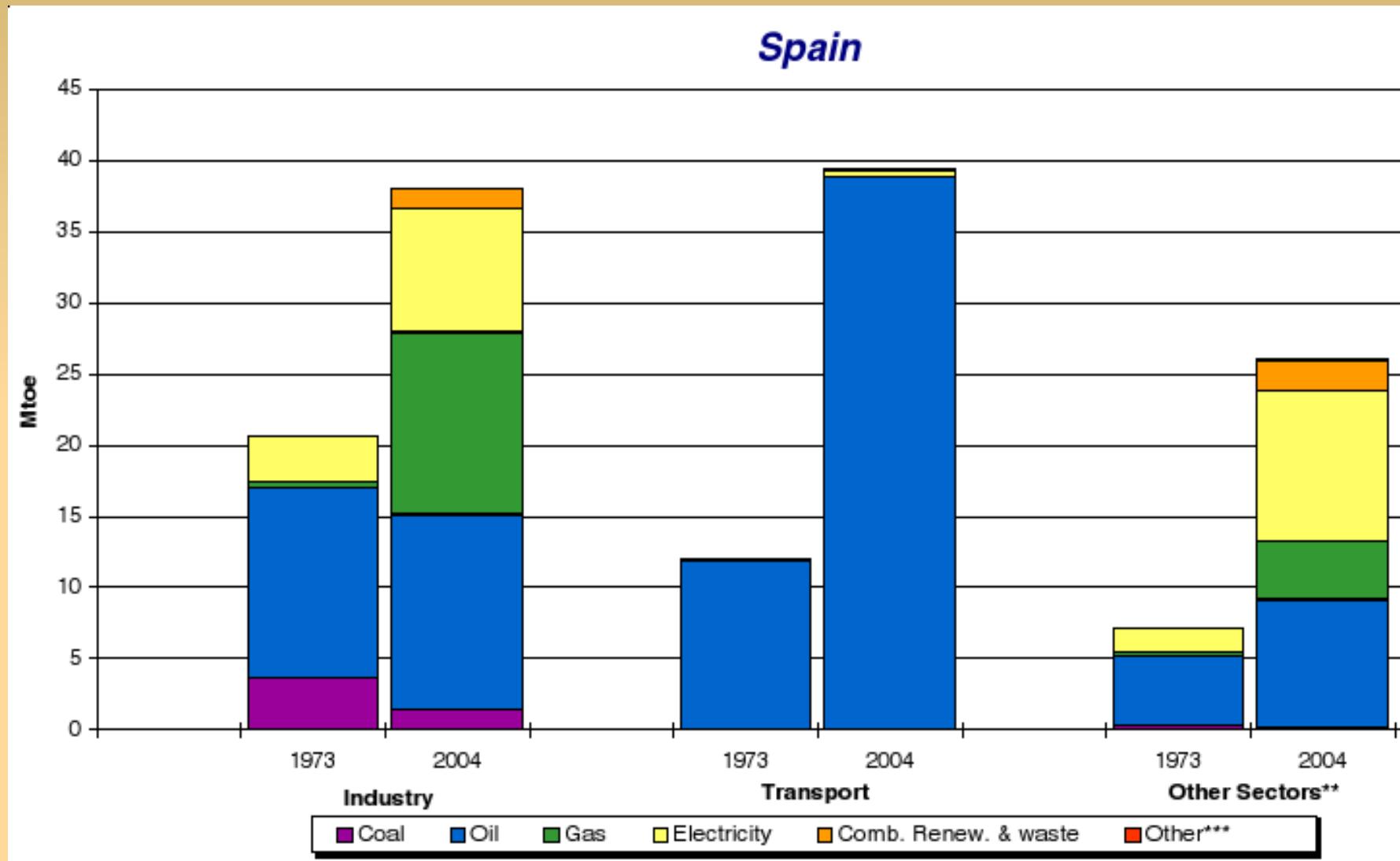
Año 2008

ENERGÍAS PRIMARIAS 12.358 ktep

ENERGÍAS FINALES 9.500 ktep



# ¿QUE TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZAMOS ACTUALMENTE PARA EL TRANSPORTE?



# ¿Son los biocombustibles una alternativa sostenible?

***“Biocombustibles: Investigación de una propuesta de trabajo en el aula”*** aborda las implicaciones medioambientales e idoneidad desde el punto de vista energético de los biocombustibles.

# PROCESO PRODUCTIVO DEL BIODIESEL



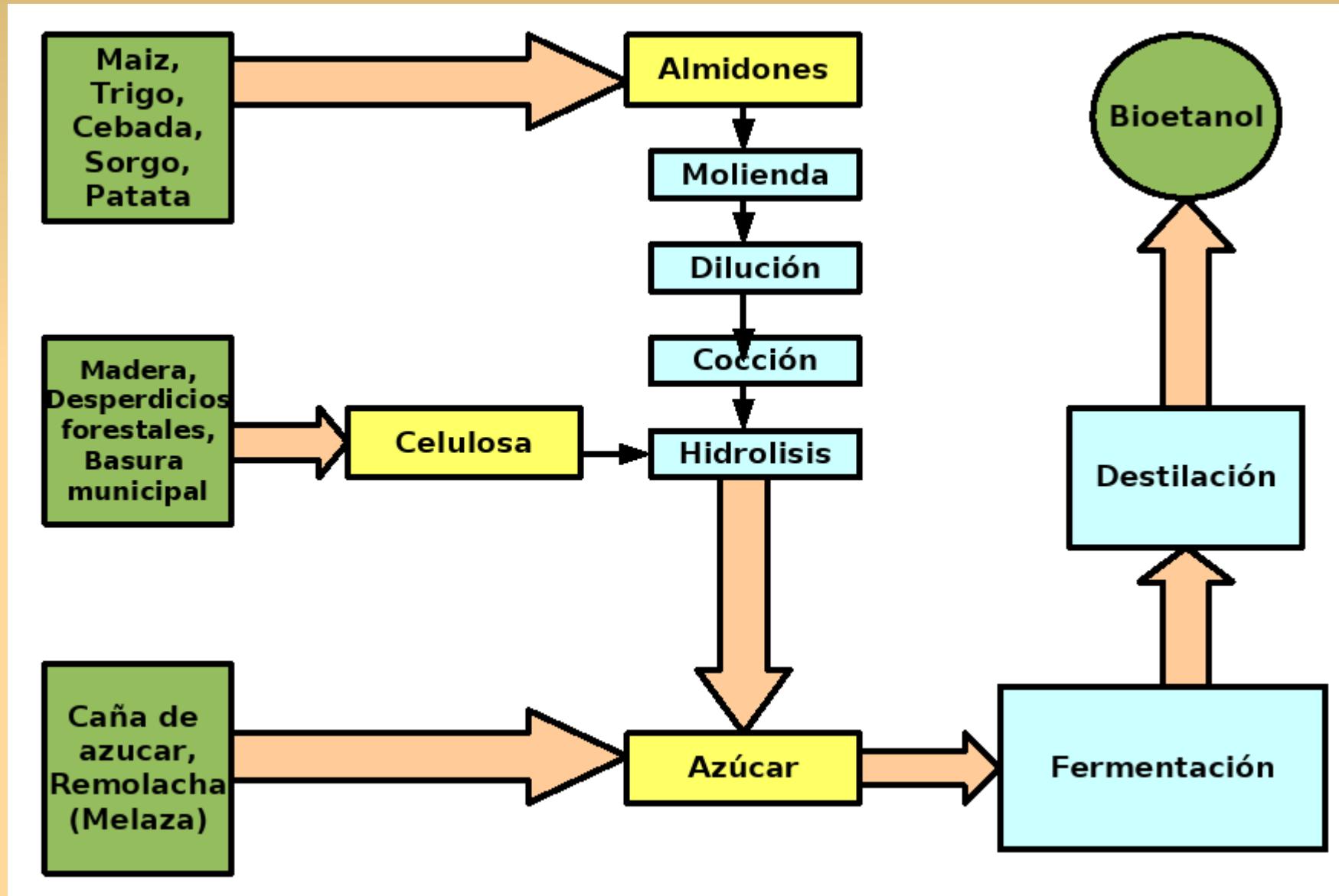
# MATERIAS PRIMAS PARA LA PRODUCCIÓN DEL BIODIESEL



# MATERIAS PRIMAS PARA LA PRODUCCIÓN DEL BIODIESEL



# PROCESO PRODUCTIVO DEL BIOETANOL



# MATERIAS PRIMAS PARA LA PRODUCCIÓN DEL BIOETANOL

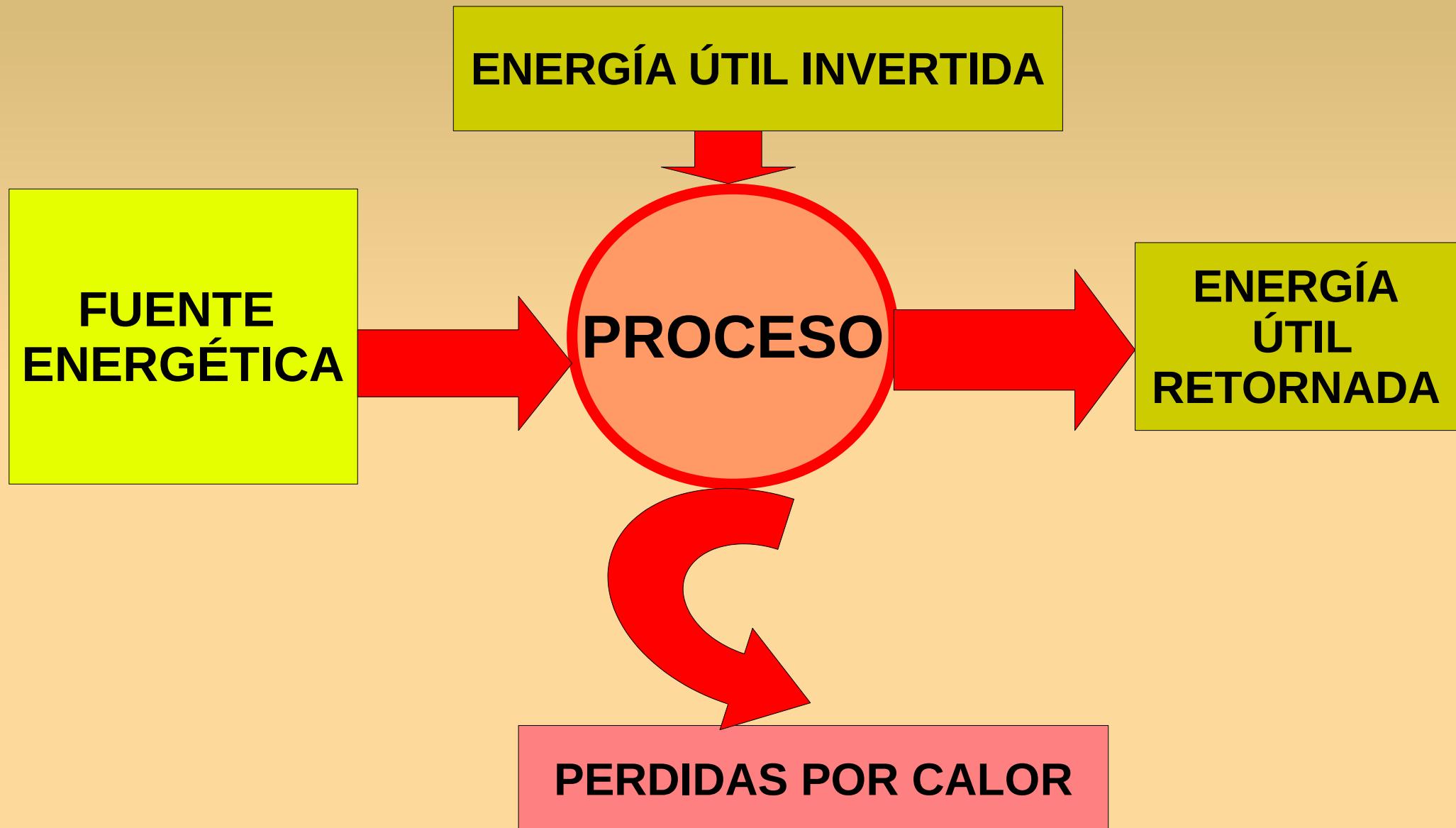


# MATERIAS PRIMAS PARA LA PRODUCCIÓN DEL BIOETANOL



# EL BALANCE ENERGÉTICO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

# EL BALANCE ENERGÉTICO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES



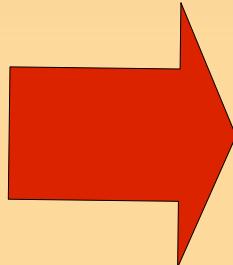
# EL BALANCE ENERGÉTICO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES



# EL BALANCE ENERGÉTICO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

**¿Cuanta energía útil neta voy a obtener de los biocombustibles?**

**TRE**

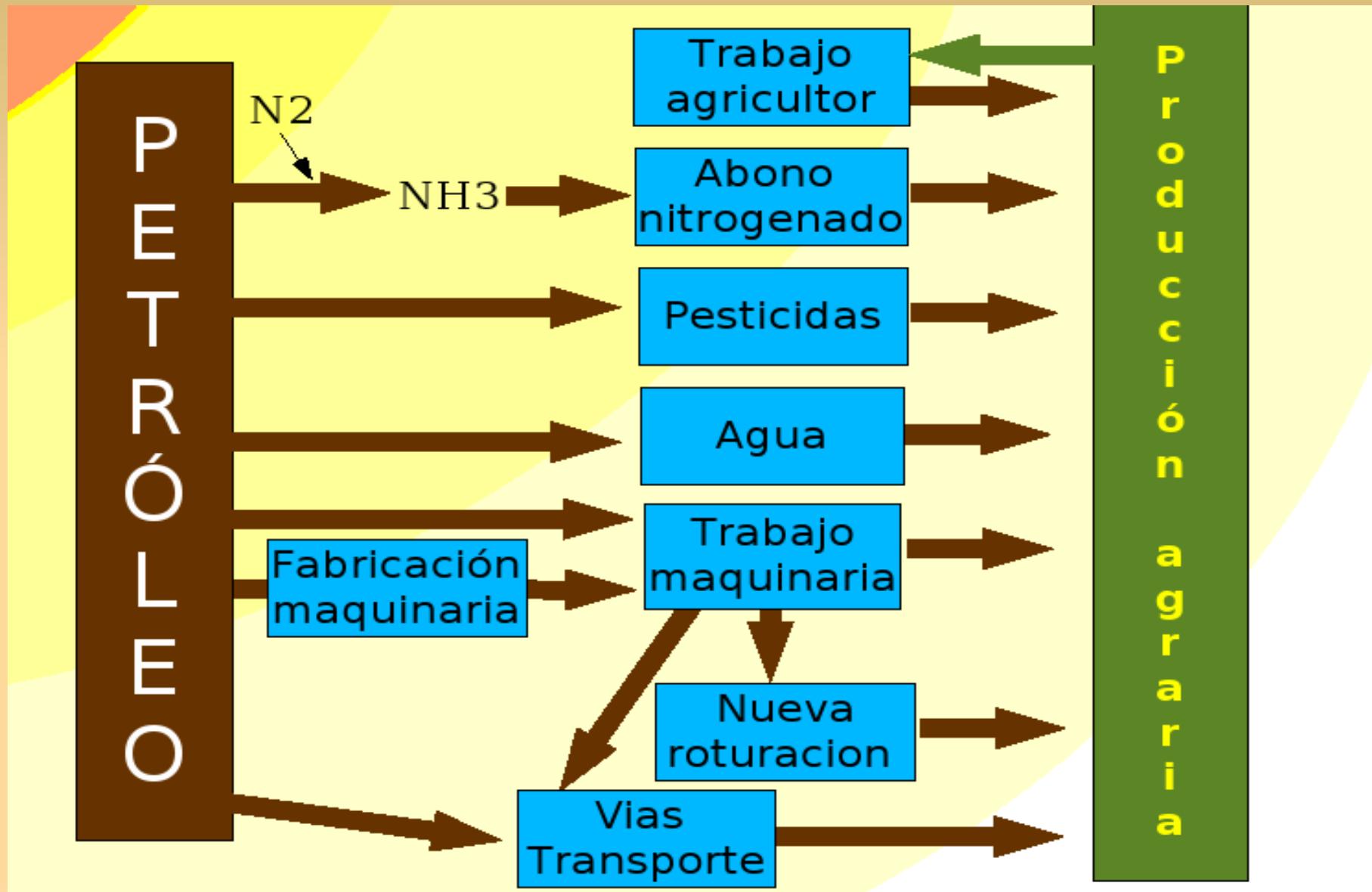


**Hay que compararlo con la energía que ha supuesto ponerlo en marcha y mantenerlo**

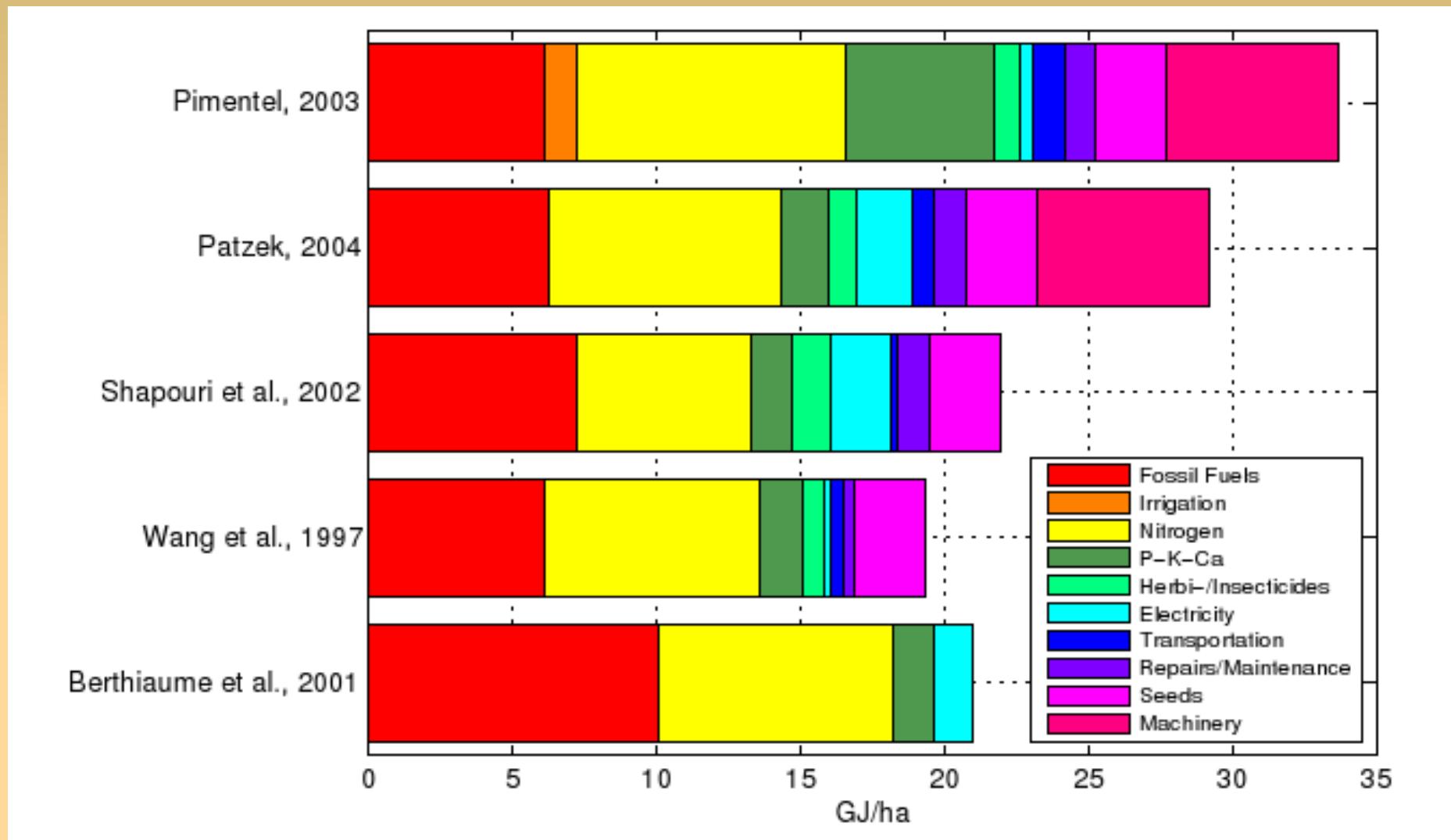
# EL BALANCE ENERGÉTICO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

$$TRE = \frac{\text{ENERGÍA UTIL QUE RETORNA EL PROCESO(ER)}}{\text{ENERGÍA UTIL INVERTIDA EN IMPLEMENTAR Y MANTENER EL PROCESO (EI)}}$$

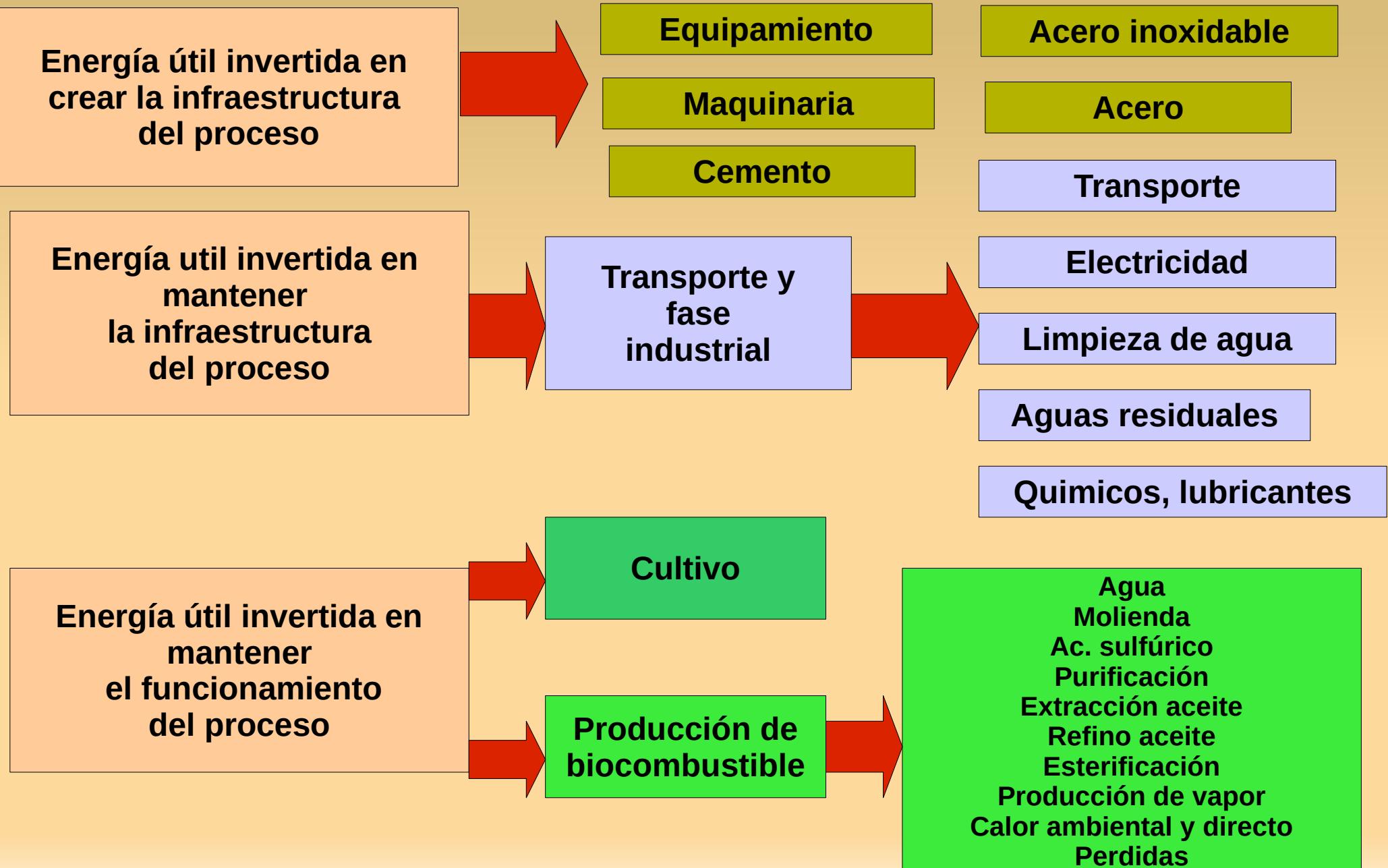
# ¿DE DONDE PROCEDE LA ENERGÍA NECESARIA PARA LA PRODUCCIÓN AGRICOLA?



# ENERGÍA FOSIL CONSUMIDA EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ



# COSTES ENERGÉTICOS DE PROCESAMIENTO

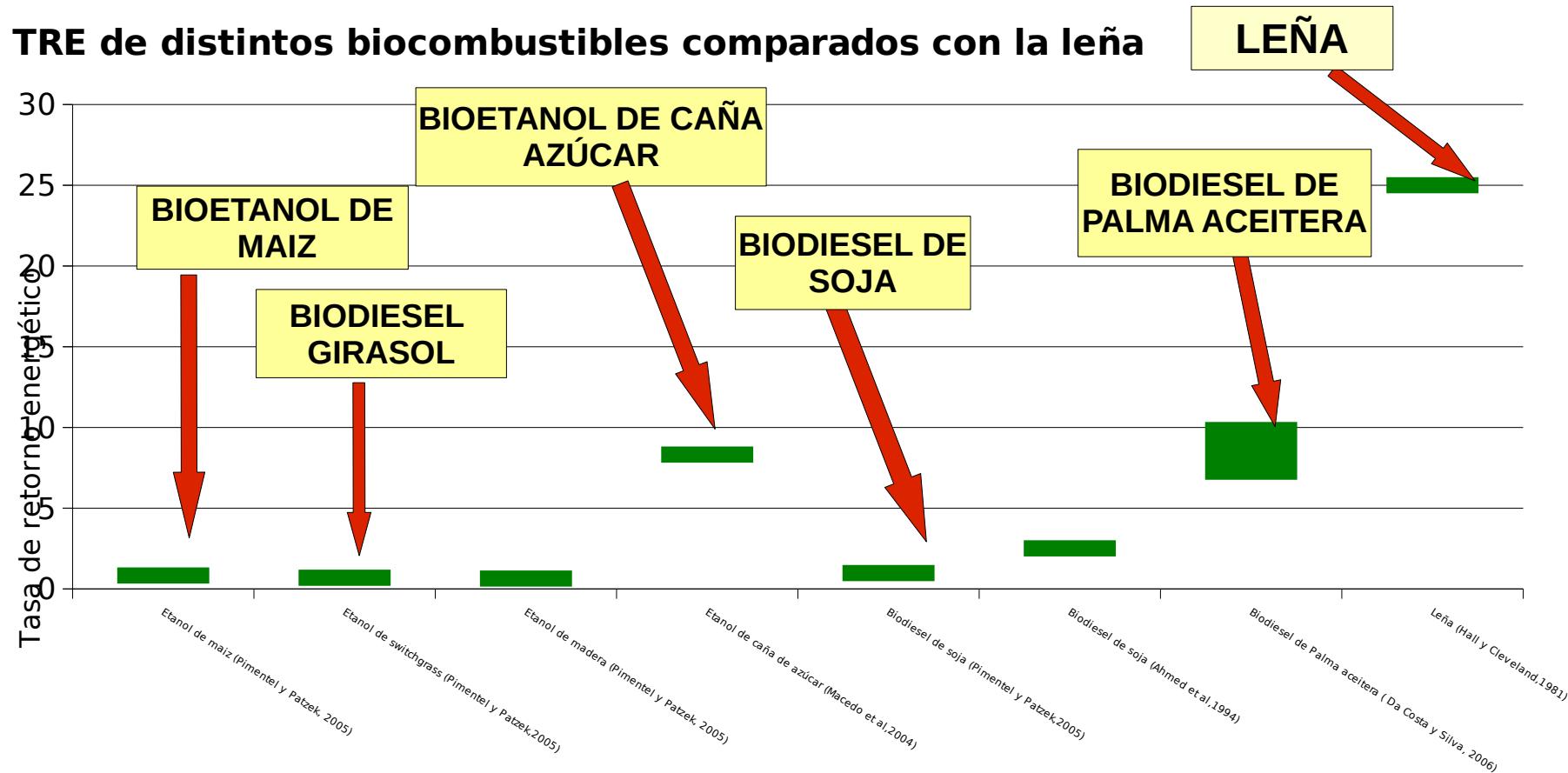


# COMPARACIÓN DE LAS TASAS DE RETORNO ENERGÉTICO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

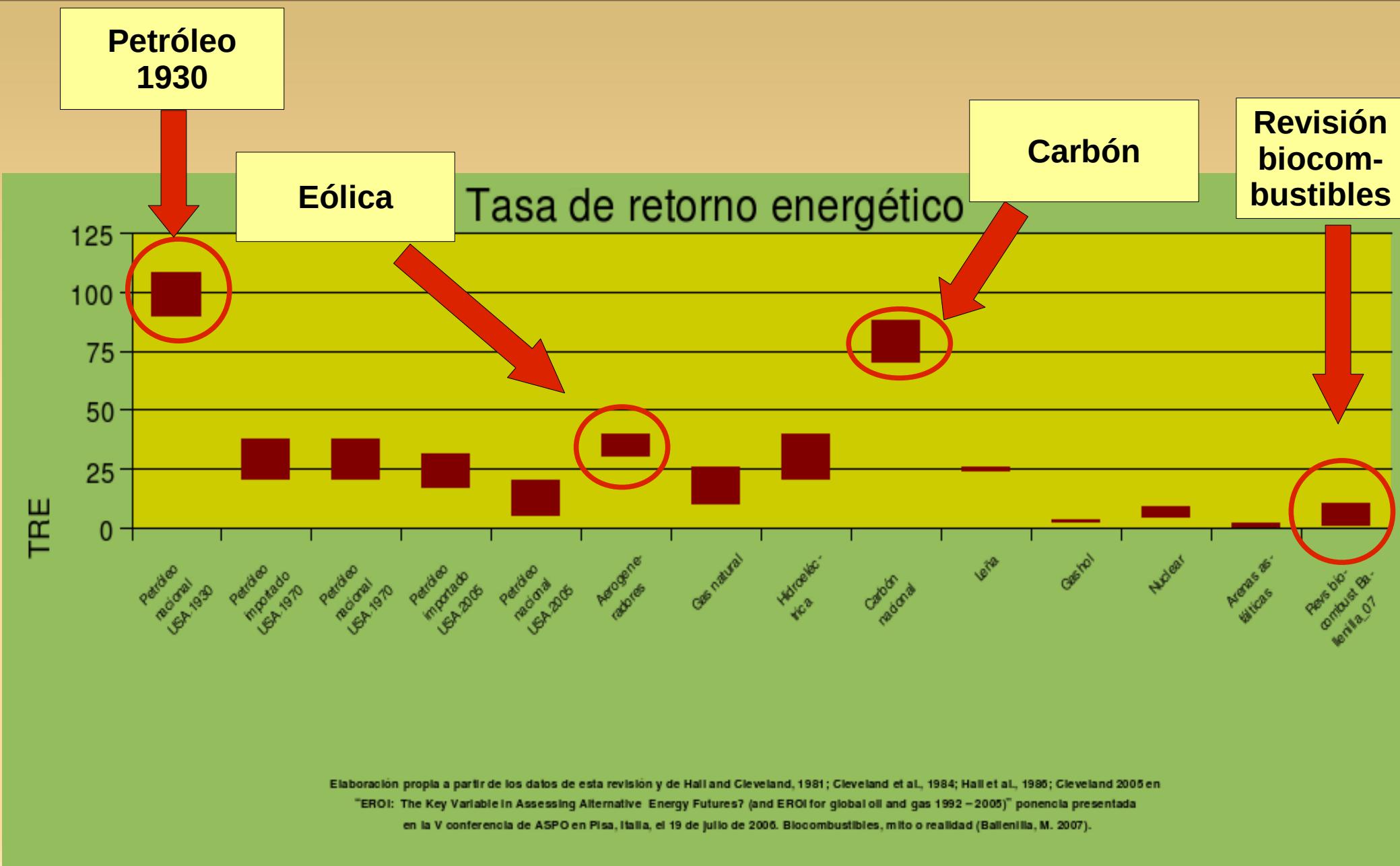
Cálculo de la Tasa de Retorno Energético (TRE) del proceso de obtención de biocombustibles según varios autores (Ballenilla, M. 2007)	Pimentel y Patzek, 2005	Pimentel y Patzek, 2005	Pimentel y Patzek, 2005	Pimentel y Patzek, 2005	Pimentel y Patzek, 2005	Macedo et al., 2004	Ahmed et al., 1994	Da Costa y Silva, 2006					
	Etanol de maíz	Etanol de switch-grass	Etanol de madera	Biodiesel de soja	Biodiesel de girasol	Etanol de caña de azúcar	Biodiesel de soja	Biodiesel de Palma aceitera					
TRE = ER / EI	Tabla 1 y 2 EEUU	Tabla 3 y 4 EEUU	Tabla 5 EEUU	Tabla 6 y 7 EEUU	Tabla 8 y 9 EEUU	Brasil	EEUU	A Colombia	B Colombia	C Colombia	A Brasil	B Brasil	C Brasil
Energía útil invertida (EI) en el proceso: Cultivo más fabricación biocombustible	27619,28	31191,72	33727,22	42249	72575,61	3586,76	25500,15	6510	7450	5630	4813	4249	5931
Energía retornada por el biocombustible	21463,92	21463,92	21463,92	33325,56	33325,56	27441,06	36868,45	35040	35040	35040	35040	35040	35040
Energía retornada por los subproductos	casca	1861,88		8146,25	8146,25	2408,78	27252,56	1380	1000	1170	780	4050	6250
	Torta del núcleo de palma							2600	2240	5	1300	860	860
	Aceite del núcleo de palma							4320	4080			2140	2420
	Glicerina							1850	1850	1850	1850	1850	1850
Total energía retornada (ER): biocombustible más subproductos	23325,8	21463,92	21463,92	41471,81	41471,81	29849,84	64121,01	45210	44410	38070	38980	43950	46150
Balance neto de energía en %, suponiendo como 100% la energía retornada por el biocombustible, y siendo el déficit o superávit igual a la energía retornada por el biocombustible, menos la energía invertida, más la energía retornada por los subproductos	-20	45,32	-57,13	-2,33	-93,33	95,71	104,75	110,39	104,91	92,56	97,48	113,27	115,55
TRE (= ER / EI ) teniendo en cuenta la energía retornada por los subproductos	0,83	0,69	0,64	0,98	0,52	8,32	2,51	6,94	5,96	6,76	8,1	10,34	7,78

# COMPARACIÓN DE LAS TASAS DE RETORNO ENERGÉTICO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

TRE de distintos biocombustibles comparados con la leña



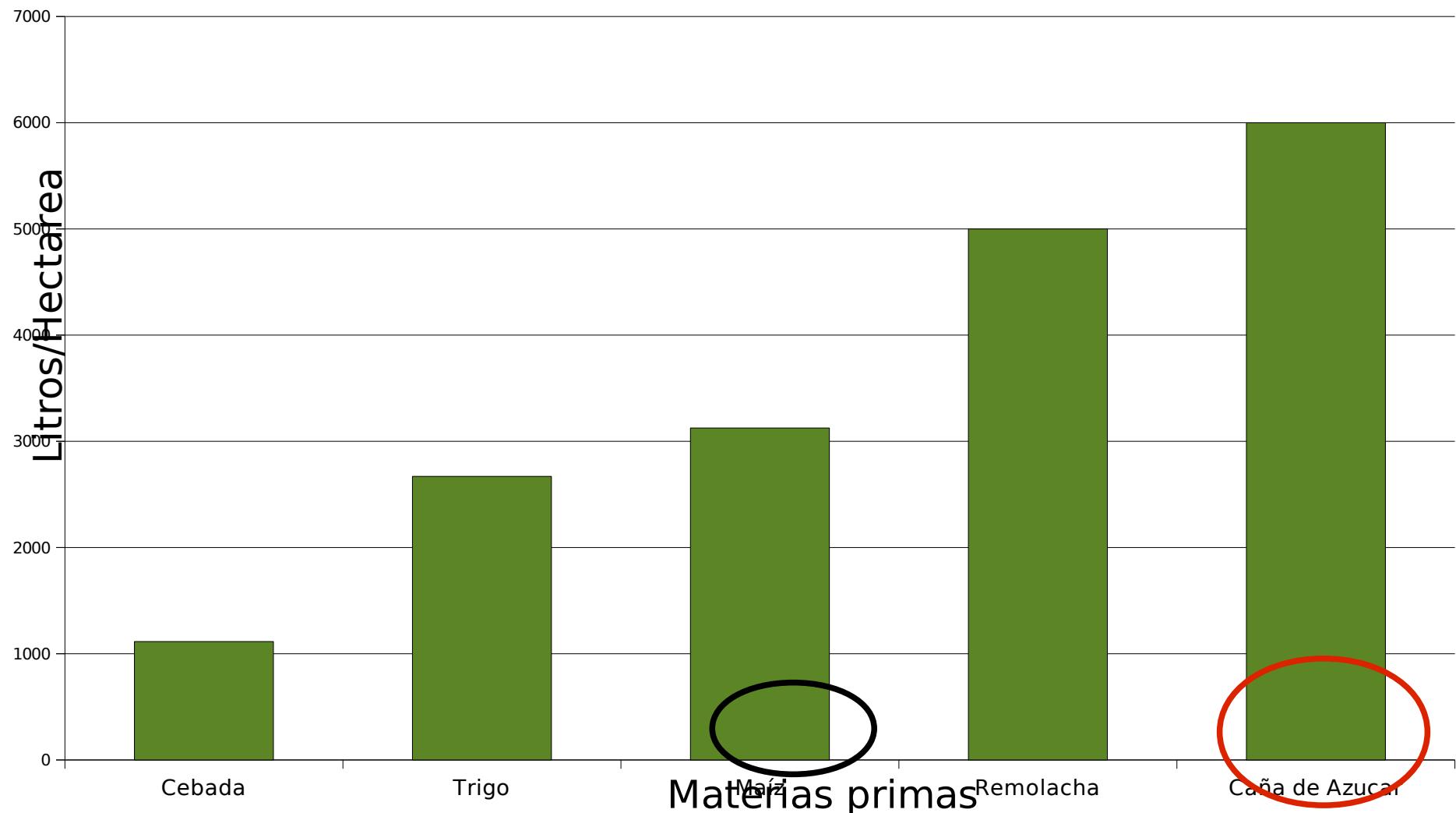
# COMPARACIÓN DE LAS TASAS DE RETORNO ENERGÉTICO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES



Elaboración propia a partir de los datos de esta revisión y de Hall and Cleveland, 1981; Cleveland et al., 1984; Hall et al., 1986; Cleveland 2005 en "EROI: The Key Variable in Assessing Alternative Energy Futures? (and EROI for global oil and gas 1992 – 2005)" ponencia presentada en la V conferencia de ASPO en Pisa, Italia, el 19 de julio de 2006. Biocombustibles, mito o realidad (Ballenilla, M. 2007).

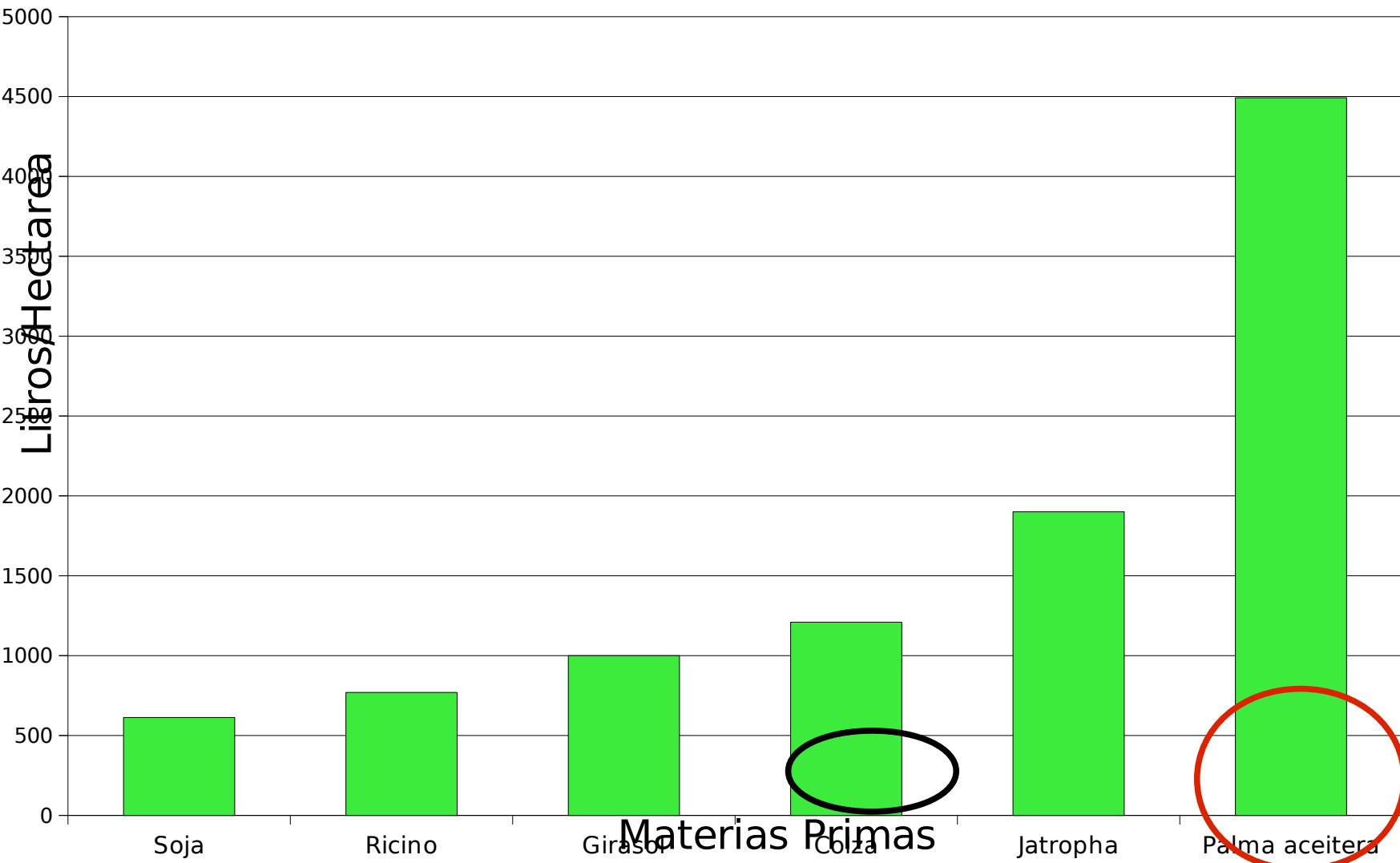
# RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS

## Rendimiento de las Materia Primas del Bioetanol



# RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS

## Rendimiento de la Materias Primas del Biodiesel

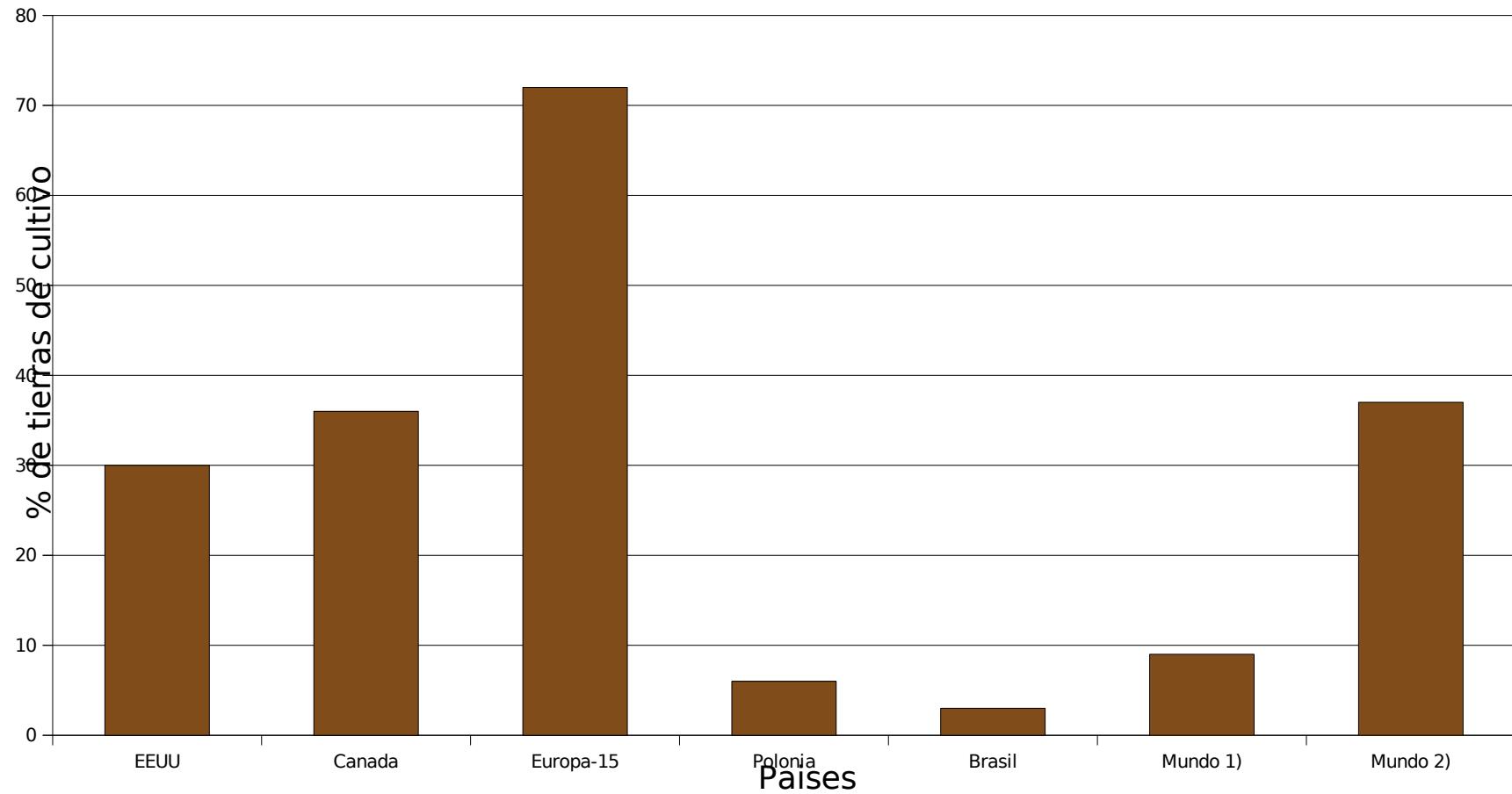


# IMPACTOS SOCIALES DE LOS BIOCOMUSTIBLES

**¿ COMO INFLUYEN LOS  
BIOCOMBUSTIBLES EN  
LA SEGURIDAD  
ALIMENTARIA?**

# IMPACTOS SOCIALES DE LOS BIOCOPUSTIBLES

**Requerimiento de tierras de cultivo para sustituir un consumo del 10% de petróleo por biocombustibles en el transporte**



Fuente: OCDE Organización para la cooperación y el desarrollo económicos. Organización internacional intergubernamental que agrupa a los países más industrializados de economía de mercado

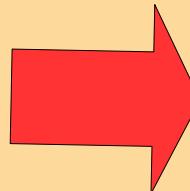
# IMPACTOS SOCIALES DE LOS BIOCOPUSTIBLES

**“A corto plazo es muy probable que una rápida y fuerte expansión en la producción de biocombustibles a nivel mundial tenga efectos importantes en el sector agrícola” (CEPAL, 2007).**

**Cambios en la demanda**

**Exportaciones**

**Asignación de hectáreas para cultivos energéticos y no energéticos**



**Aumento de precios de los cultivos**

**Acceso a alimentos de los sectores más pobres**

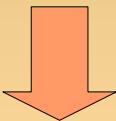
# IMPACTOS SOCIALES DE LOS BIOCOPUSTIBLES

## EL CASO DE MEXICO Y LA TORTITA DE MAIZ

En México se consumen 28 millones T de maiz/año



10 millones T importadas de EEUU



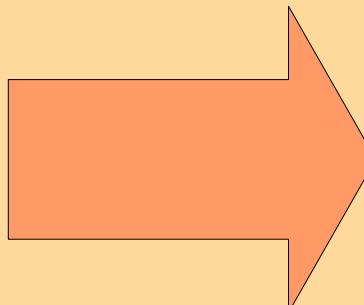
18 millones producidas en Mexico



EEUU pasó de destinar 16 mill T de maíz a 40.65mill T para la producción de bioetanol

Aumento del 155%

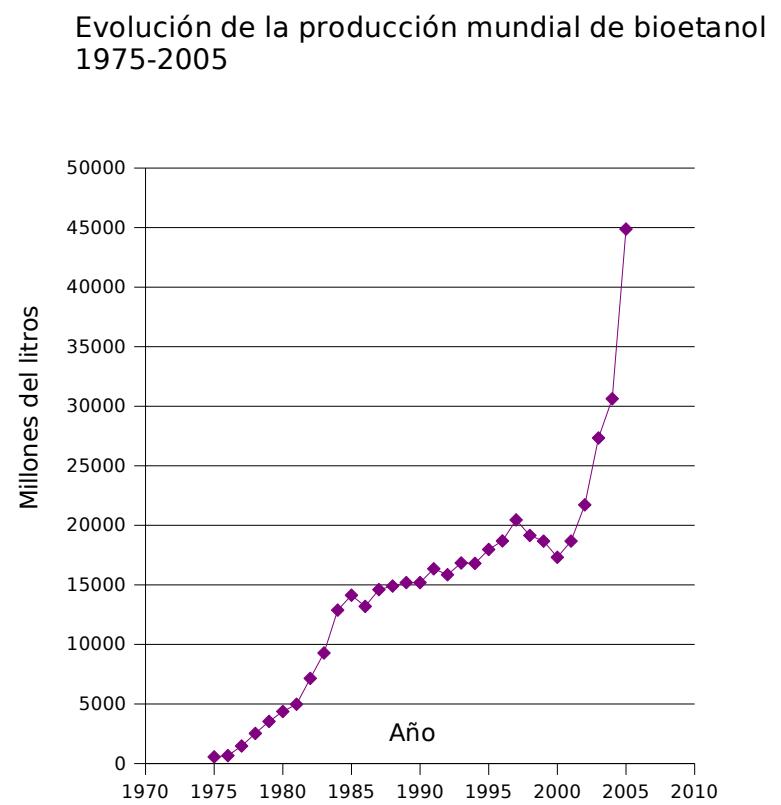
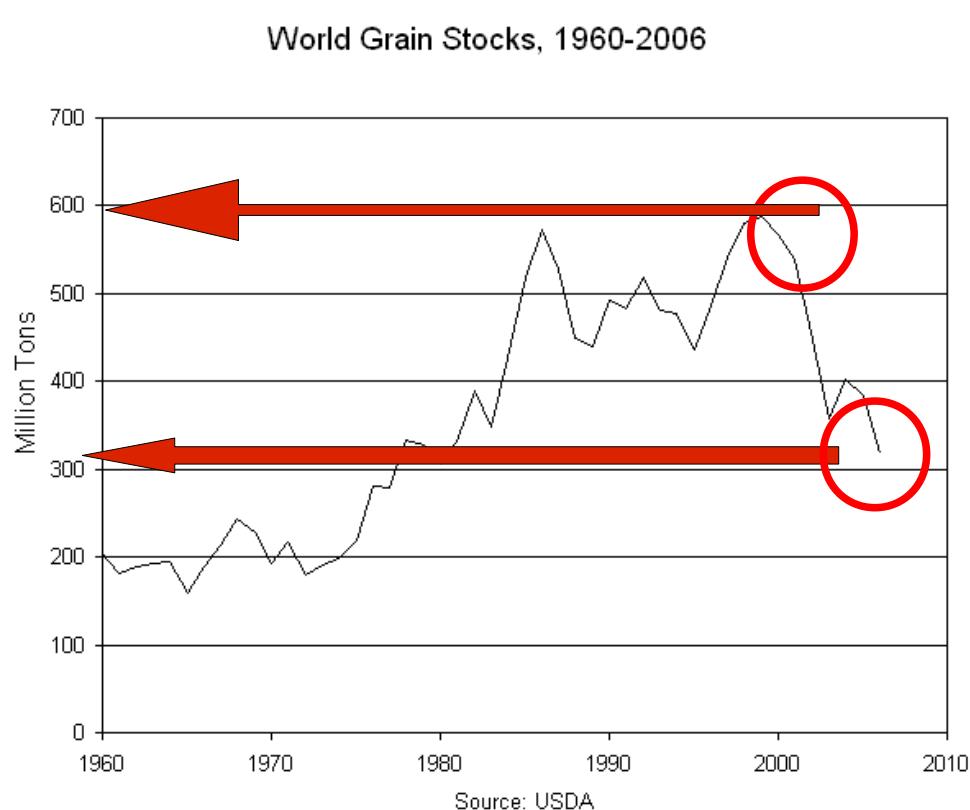
CONSECUENCIAS  
DEL AUMENTO EN LA  
UTILIZACIÓN DEL  
MAÍZ DE EEUU PARA  
FABRICAR  
BIOETANOL



EN SOLO 6 MESES EL PRECIO DE  
LA TORTITA DE MAIZ EN MEXICO  
SUBIÓ DE 6 A 30 PESOS  
EL SUELDO MEDIO DE UN MEXICANO  
ES DE 50 PESOS DIARIOS

# IMPACTOS SOCIALES DE LOS BIOCOSTAOS

## RESERVAS MUNDIALES DE GRANO 1960-2006



# IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS BIOCOMUSTIBLES

**¿CUALES SON LOS  
IMPACTOS AMBIENTALES  
DE LOS  
BIOCOMBUSTIBLES?**

# IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS BIOCOPUSTIBLES

Erosión del suelo

Sobreexplotación y contaminación de aguas.

**1L bioetanol**  **13L agua residual**

**-La agricultura provoca un 56 % de la contaminación de agua por nitratos en la Unión Europea**

Pérdida de biodiversidad de áreas agrícolas

Contaminación atmosférica

**1000L bioetanol**  **6.597Kcal de combustibles fósiles**

# IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS BIOCOPUSTIBLES

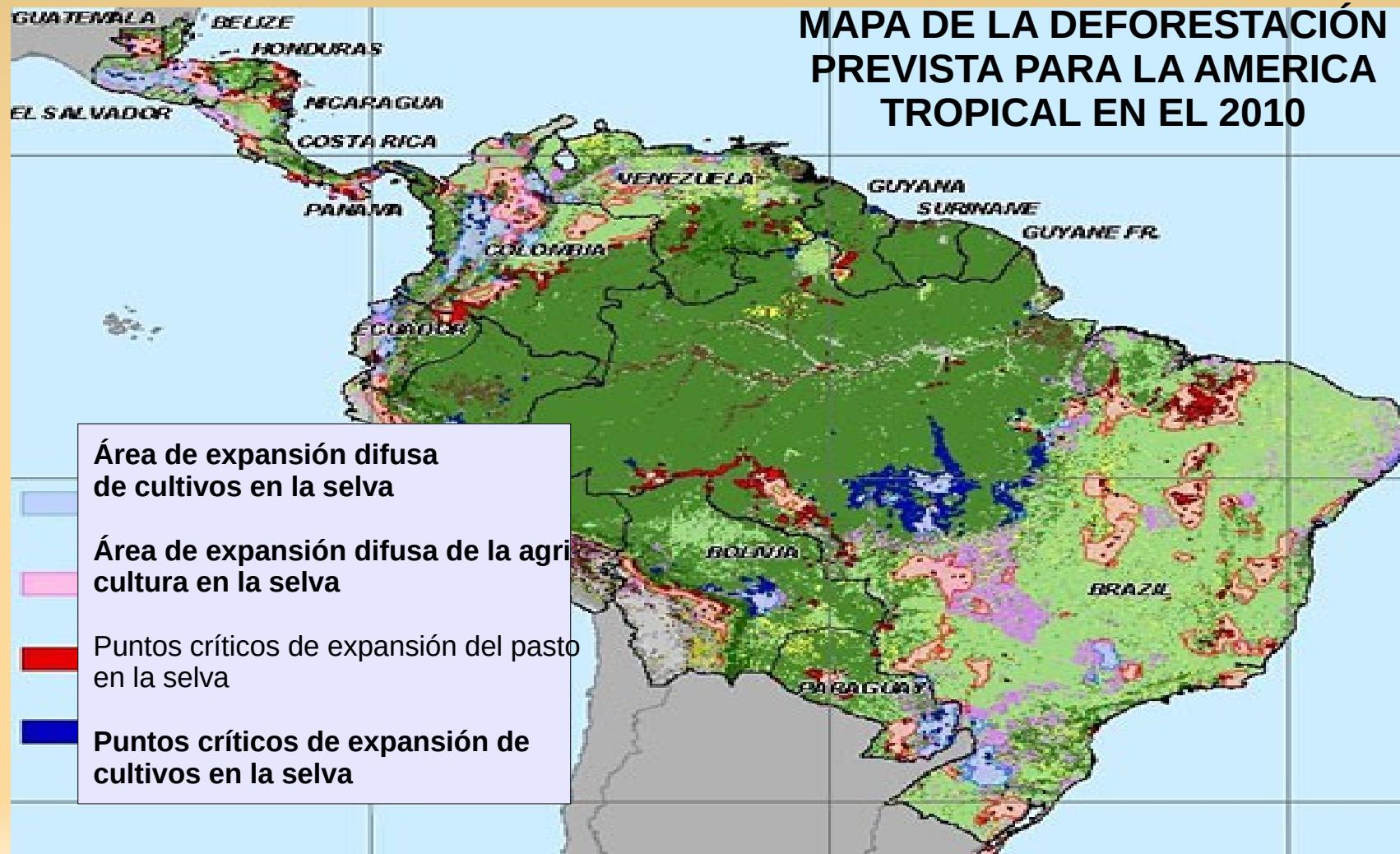
**Las regiones tropicales debido a al creciente aumento de cultivos para biocombustibles se enfrentan a los siguientes problemas:**

- Deforestación amplias áreas de bosques con un alto valor de conservación.**
- Pérdida de biodiversidad, vida salvaje y ecosistemas.**
- Uso del fuego para la preparación del terreno de cultivo.**
- Conflictos sociales entre las comunidades locales y los agentes externos.**

# IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS BIOCOPUSTIBLES

## BRASIL

-Entre 2002 y 2003 los cultivos de soja ocuparon 1.858 millones de ha de selva en el estado de Mato Groso.



# IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS BIOCOPUSTIBLES

## COLOMBIA

**-En 2003, había 188 mill hectáreas de palma aceitera y actualmente hay 300 mill.**

**-En el chocó la empresa Urapalma causó desplazamiento forzado de la población territorios Afrocolombianos.**

### Leyenda

Azul:  
-corredor

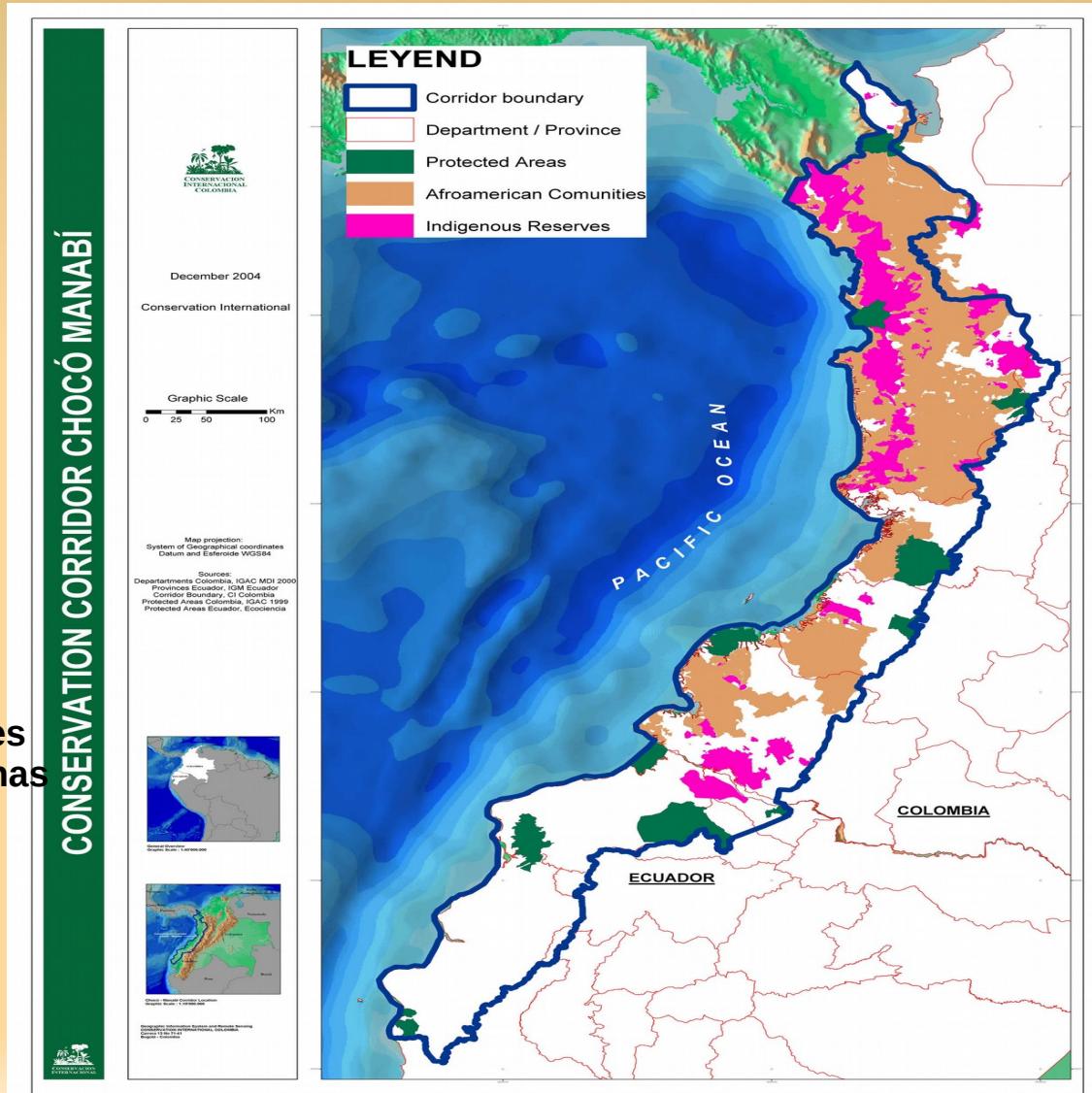
Línea roja:  
-provincias

Verde:  
-áreas protegidas

Salmón:  
-comunidades afroamericanas

Rosa:  
-Reservas indígenas

**EL CORREDOR CHOCÓ-MANABI POSEE GRAN IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y CULTURAL:**



# IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS BIOCOSTAOS

## INDONESIA

**-Ha deforestado unos 18 mill de ha de bosques para la expansión de palma aceitera.**

**-Hay proyectos para la mayor plantación de palma del mundo, de 1,8 mill de ha, en el corazón de Borneo.**

## MALASIA

**-Malasia, junto con Indonesia, es el principal productor mundial de aceite de palma.**

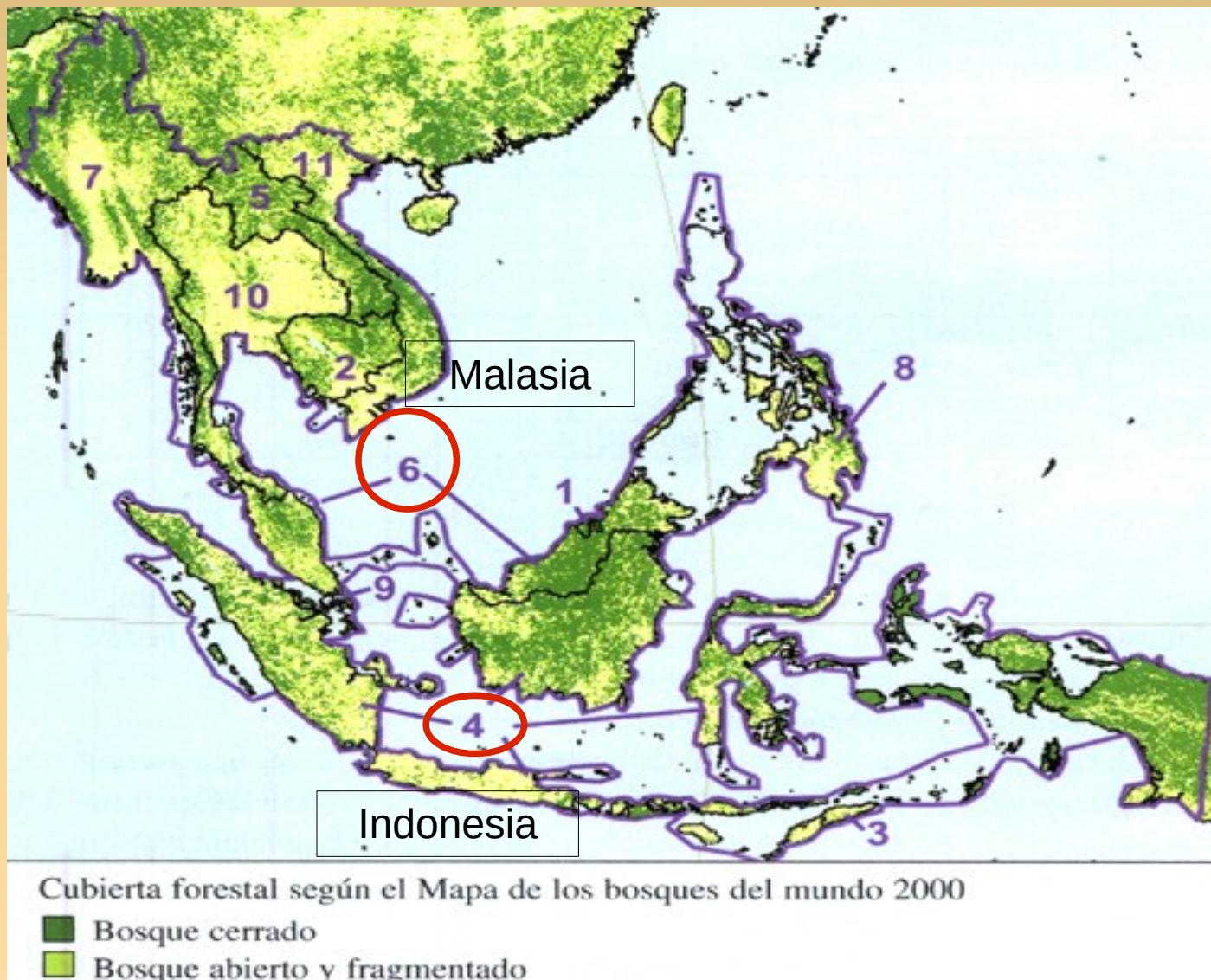
**-El 87% de la deforestación reciente fue causada por la palma .**

# IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS BIOCOPUSTIBLES



# IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS BIOCOPUSTIBLES

## MAPA DE LOS BOSQUES DE INDONESIA Y MALASIA



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

## ¿POR QUÉ UN PROGRAMA GUÍA SOBRE LOS BIOCOMBUSTIBLES?

**Hay un grave problema energético**

**Los biocombustibles se están proponiendo como una supuesta alternativa sostenible**

**Los alumnos como ciudadanos tendrán que decidir sobre estas y otras alternativas energéticas**

# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

## DISEÑO Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

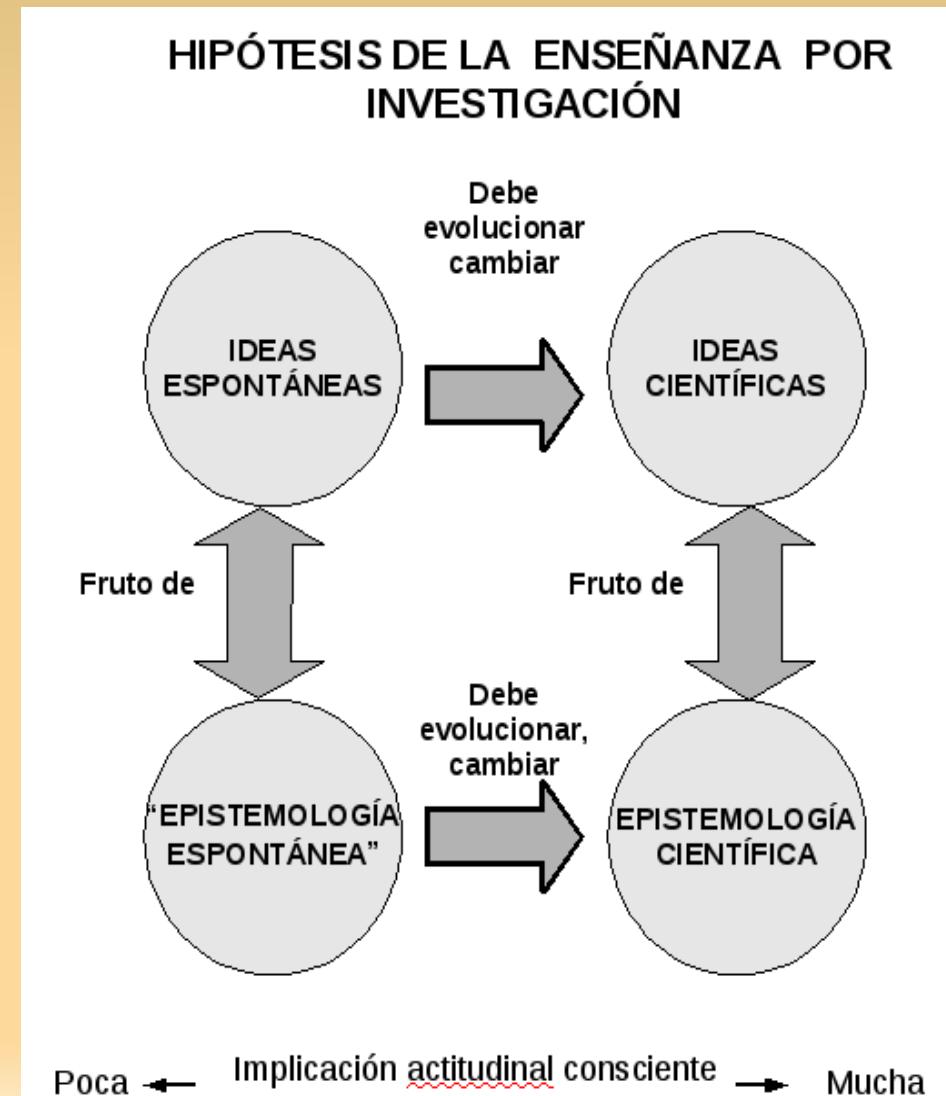
# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

**METODOLOGÍA.** Basada en el constructivismo utilizando un modelo didáctivo investigativo

**1º fase de explicitación de las ideas de los alumnos, haciéndolos conscientes de su plausibilidad y operatividad.**

**2º fase de reestructuración, con la creación de un conflicto cognitivo, generado por la insatisfacción con sus ideas anteriores, que les prepara para la introducción de conceptos científicos.**

**3º fase de aplicación y consolidación que da oportunidades para usar los nuevos conceptos en contextos diferentes**

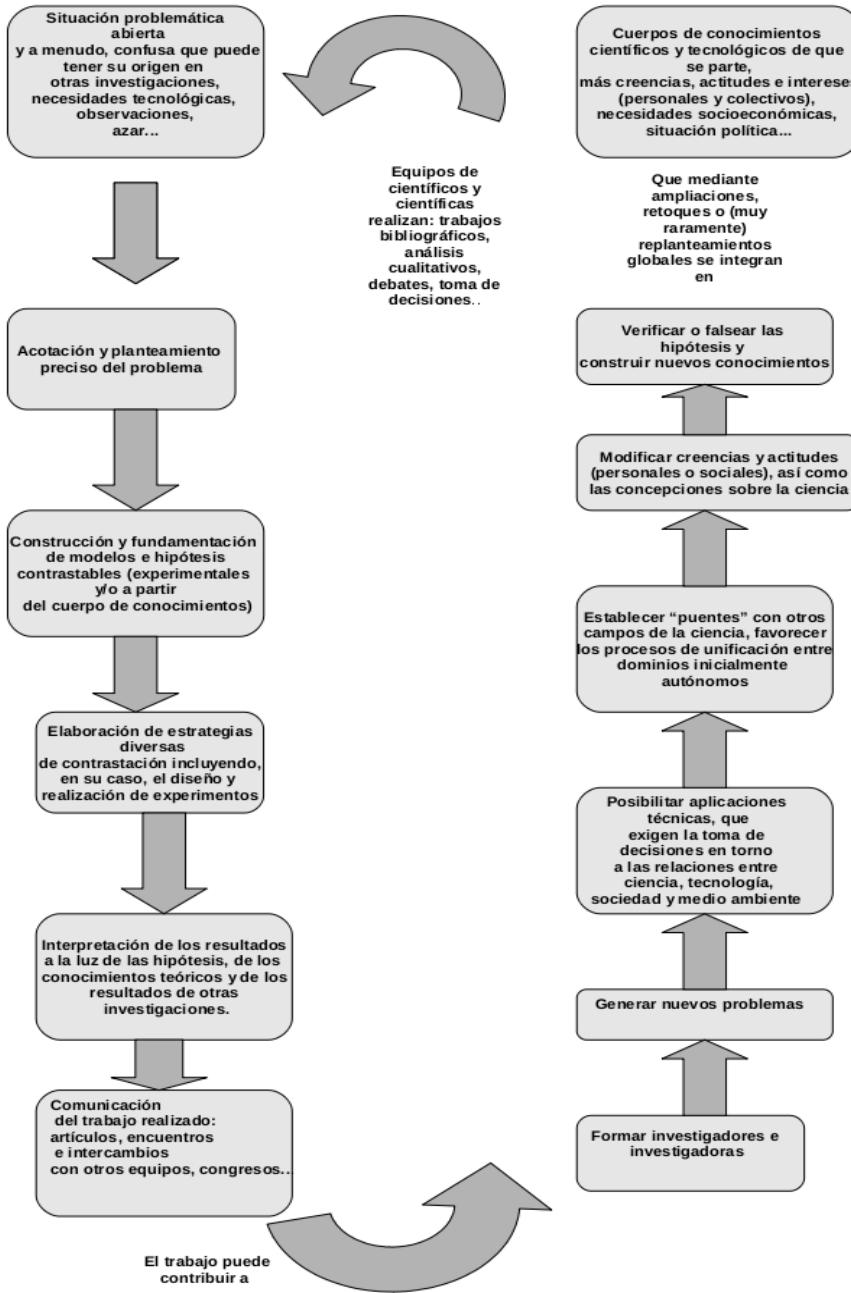


# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

**Coherentes con una visión de la ciencia como un proceso complejo, colectivo e hipotético**

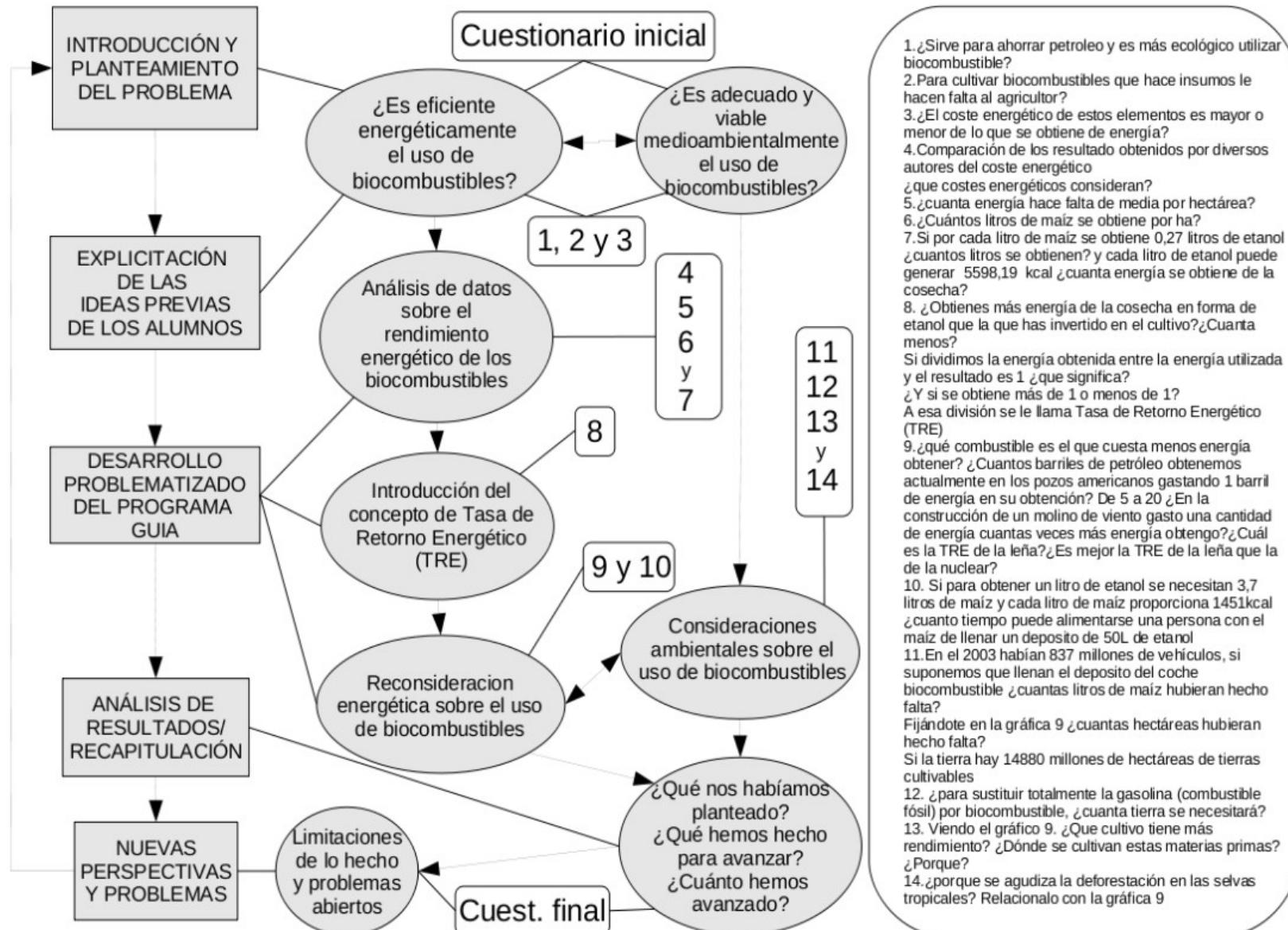
## UN DIAGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Representación esquemática de un proceso colectivo extraordinariamente complejo



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

## DIAGRAMA DEL PROGRAMA GUÍA



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

## PARTICIPANTES

### CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO (CMC)

*Los ciudadanos del siglo XXI, integrantes de la denominada «sociedad del conocimiento», tienen el derecho y el deber de poseer una formación científica que les permita actuar como ciudadanos autónomos, críticos y responsables.*

*El reto para una sociedad democrática es que la ciudadanía tenga conocimientos suficientes para tomar decisiones reflexivas y fundamentadas sobre temas científico-técnicos de incuestionable trascendencia social y poder participar democráticamente en la sociedad para avanzar hacia un futuro sostenible para la humanidad. (Currículum ciencias para el mundo contemporáneo”)*

# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

## EL CONTEXTO EN CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO

1. Se trataba de un curso de letras
2. Era el primer año que se daba la asignatura. Los alumnos pensaban que esa asignatura se había incluido en el currículo de letras para fastidiarles.
3. En consecuencia se trataba de una asignatura “María” para ellos.
4. En el curso no todos tenían claro proseguir los estudios por eso había un cierto absentismo.
5. La falta de motivación para proseguir los estudios motivó que de 31 alumnos solo 16 completaron todo el proceso.
6. Se observó una gran dificultad en la resolución de los problemas con cálculos, que ha pesar de ser muy sencillos, a la mayoría les resultaron engorrosos.

**PROFESORA NOVEL**

# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

Introducción y  
planteamiento  
del problema



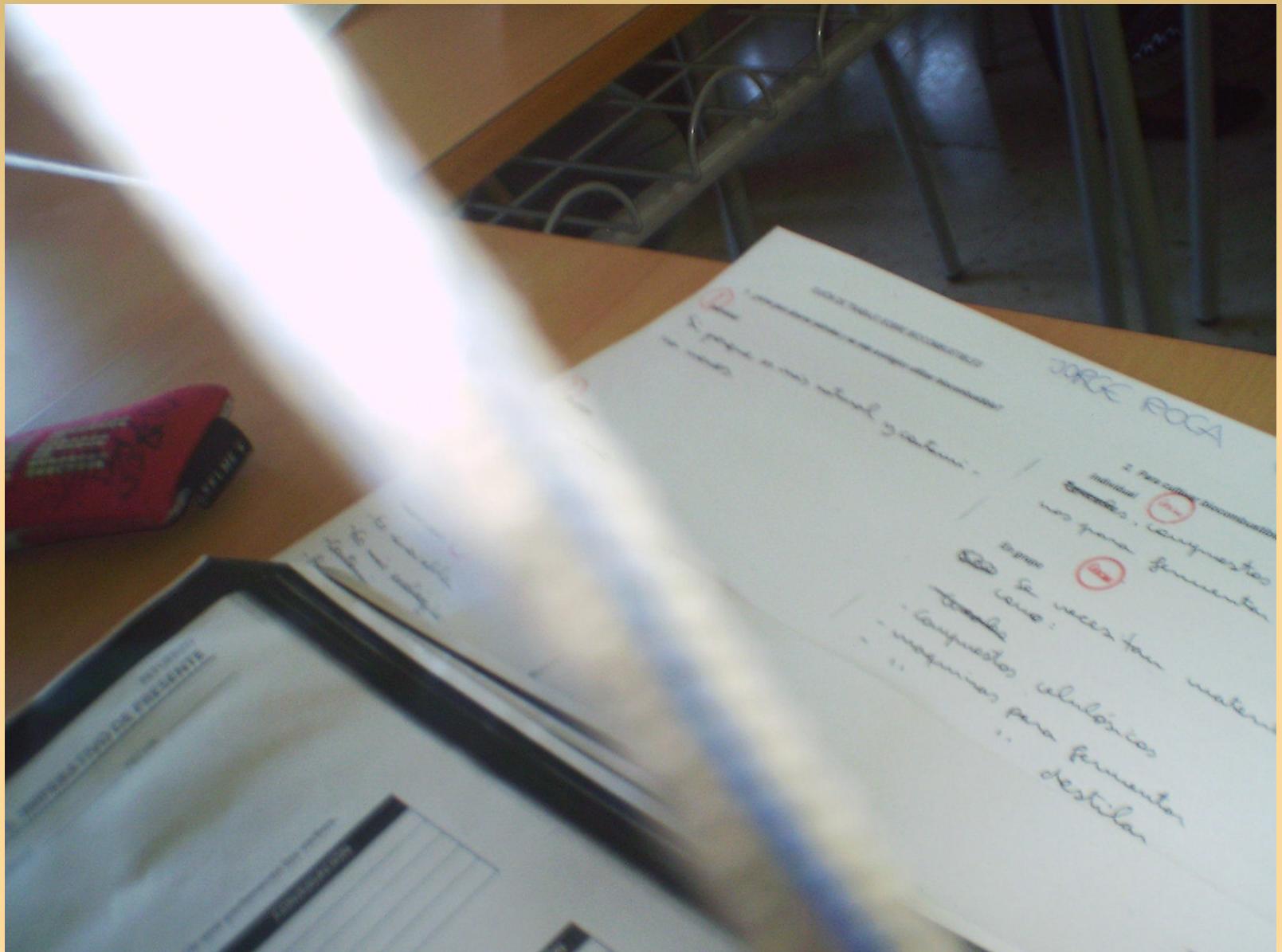
# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

Explicitación  
de ideas  
previas



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

Desarrollo  
del  
programa  
guía



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

Trabajo en grupo sobre problemas



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

Atendiendo  
a los  
grupos



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

Puesta en común



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

Atendiendo a los grupos mientras continúan trabajando la secuencia de problemas



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

Nueva puesta en común...



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

## CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO DE CTMA

Se trataba de un grupo con pocos alumnos y todos de ciencias.

El número de sesiones fue de 8 como en CMC

Compleataron la prueba inicial y final 12 alumnos.

A diferencia de CMC de 1º de bachillerato tenían clase cuatro días a la semana, y no solo dos.

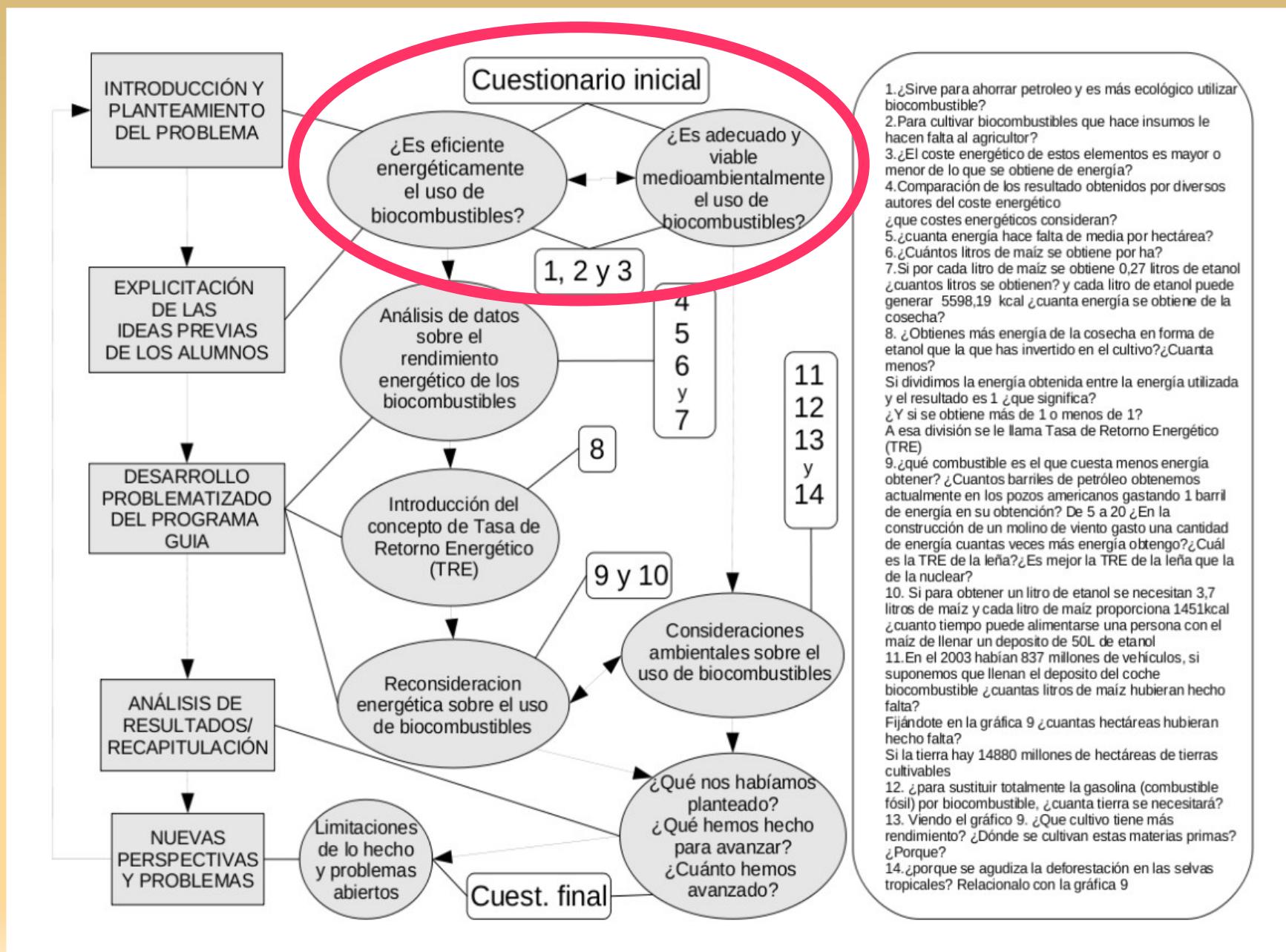
Tenían una mayor madurez, una clara determinación de proseguir los estudios y una buena preparación de ciencias.

Cuando se desarrolló la experiencia ya habían trabajado algunas temáticas con cierta relación marginal.

# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

## EL PROGRAMA GUÍA

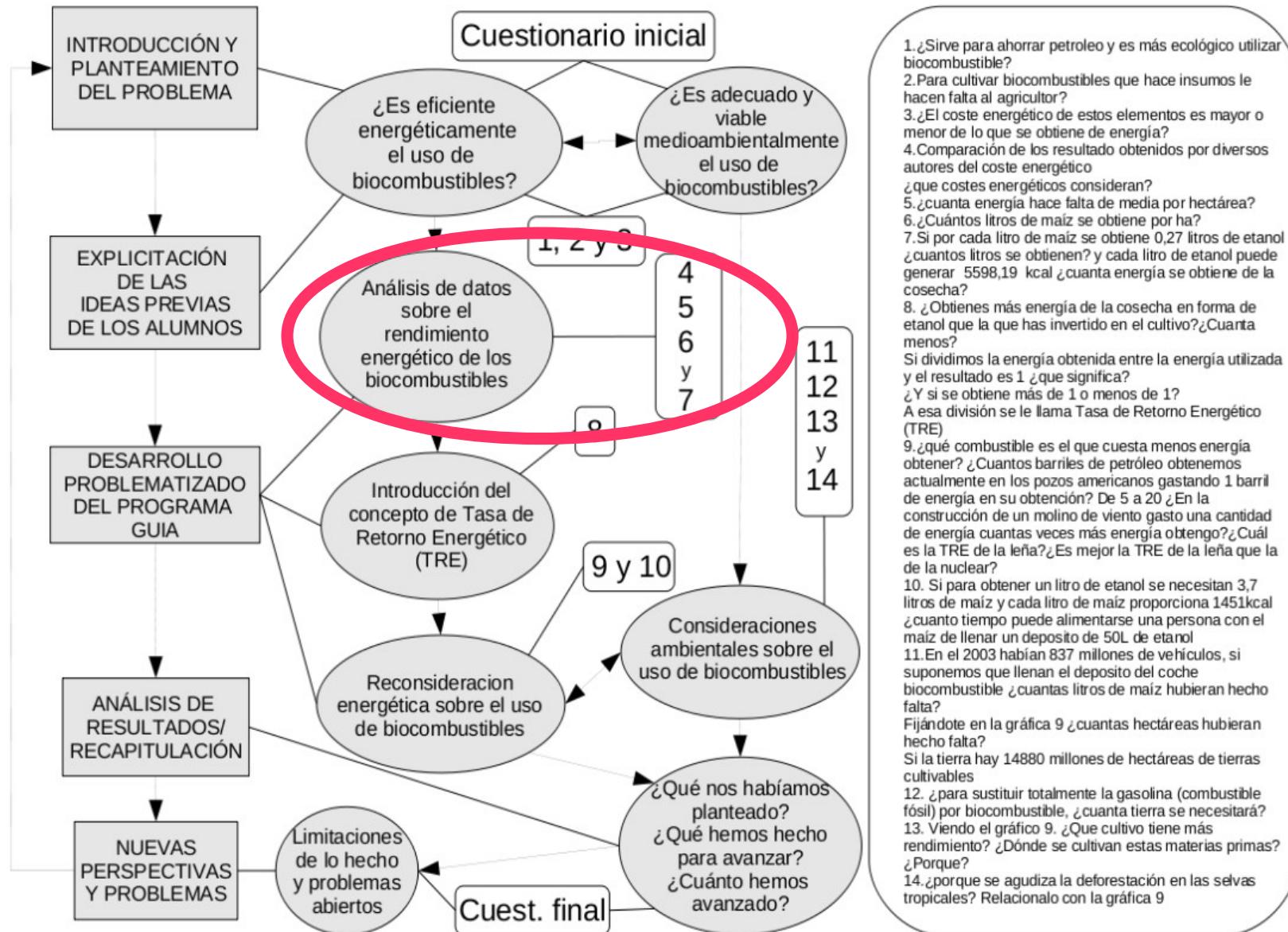
# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

- 1. ¿Sirve para ahorrar petróleo y es más ecológico utilizar biocombustibles?**
- 2. ¿Para cultivar biocombustibles que insumos le hacen falta al agricultor?**
- 3. ¿El coste energético de estos elementos es mayor o menor de lo que se obtiene de energía?**

# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

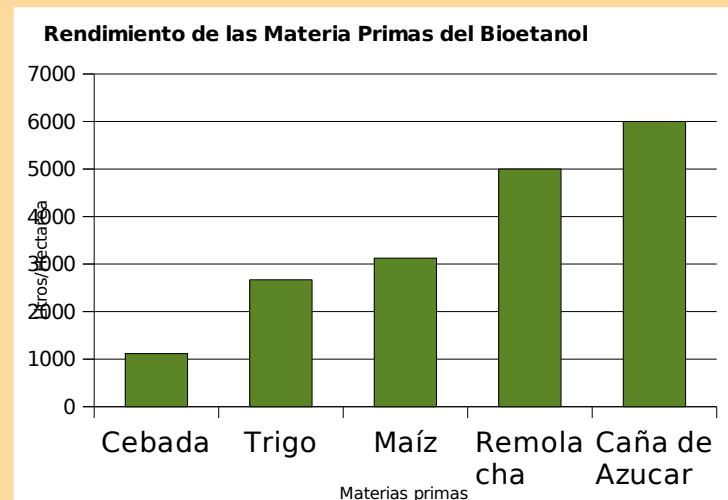
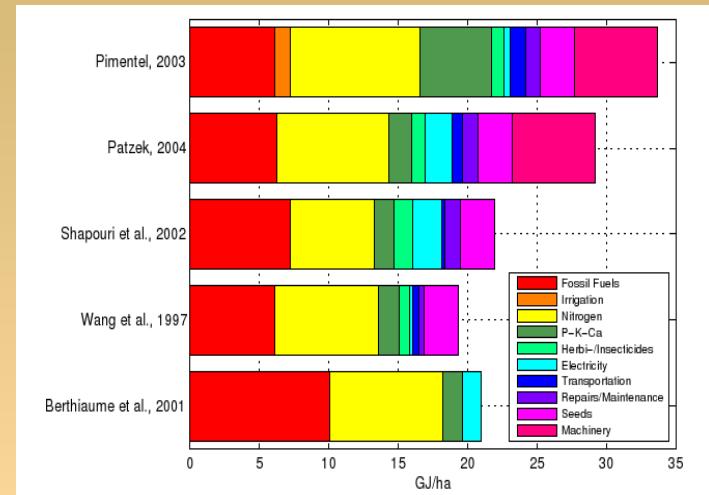
4. A la vista de la gráfico 7: ¿qué costes energéticos consideran?  
5. ¿cuanta energía hace falta de media por hectárea?

6. ¿Cuántos litros de maíz se obtiene por ha? Gráfico 9

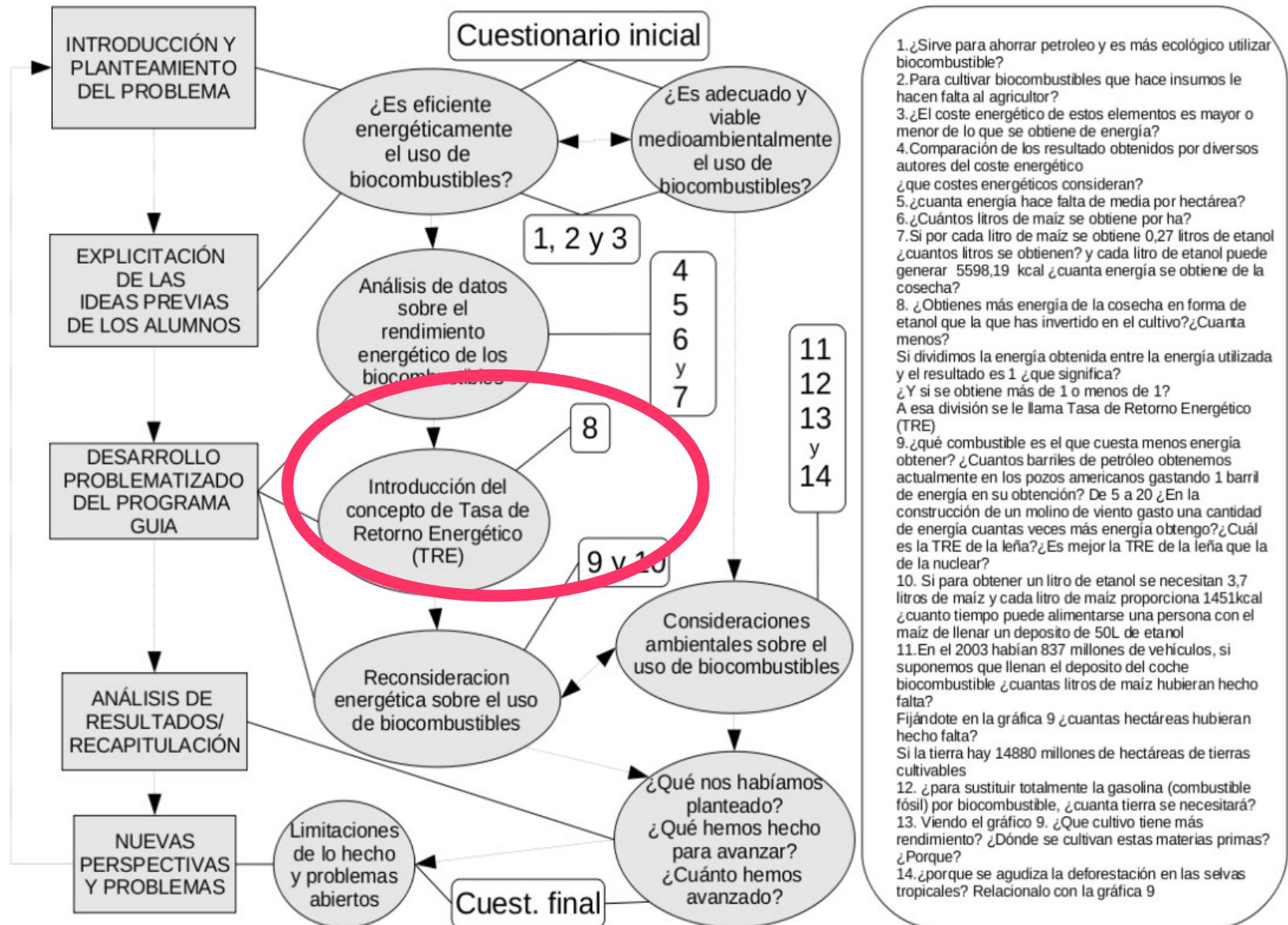
7. Si por cada litro de maíz se obtiene 0,27 litros de etanol a) ¿cuantos litros se obtienen?

Si cada litro de etanol puede generar 5598,19 kcal

b) ¿cuanta energía se obtiene de la cosecha?



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales



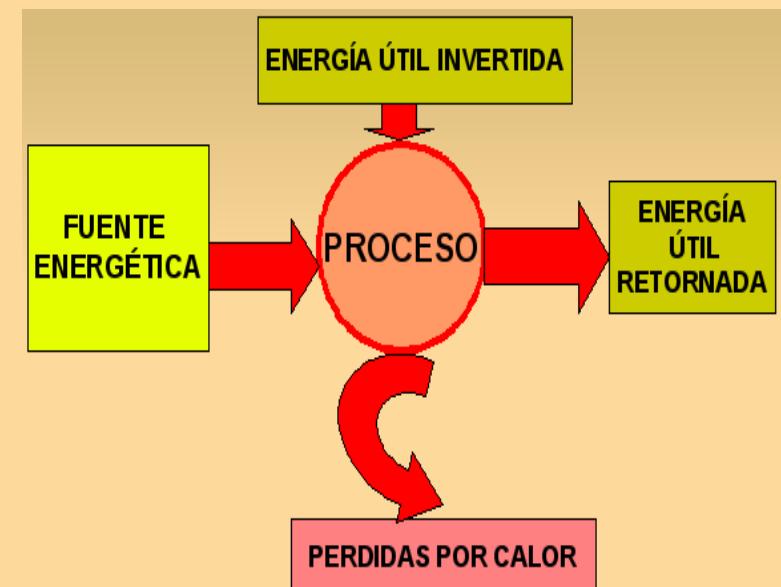
# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

**8. ¿Obtienes más energía de la cosecha en forma de etanol que la que has invertido en el cultivo? ¿Cuanta menos?**

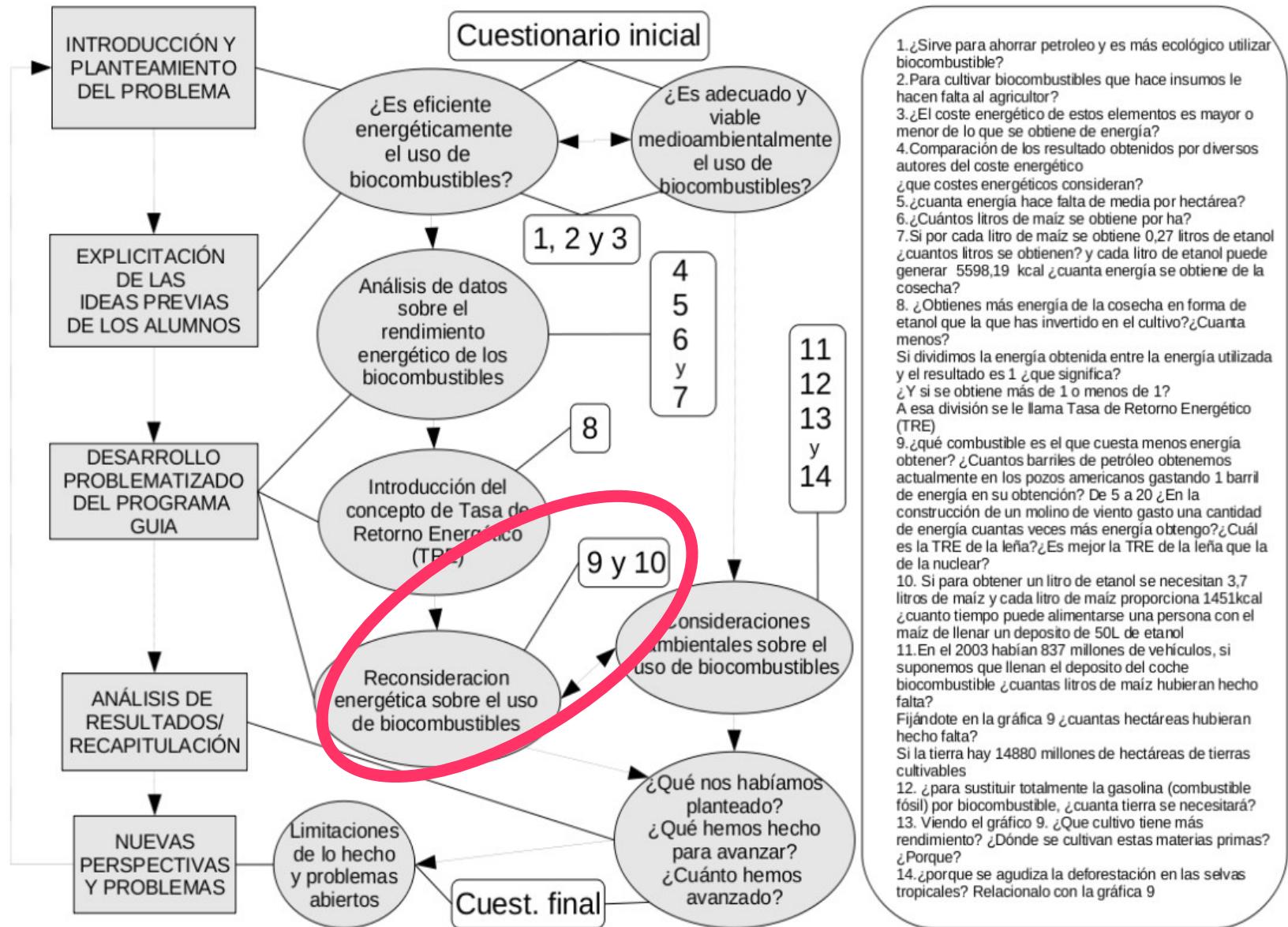
**Si dividimos la energía obtenida entre la energía utilizada y el resultado es 1 ¿qué significa?**

**¿Y si se obtiene más de 1 o menos de 1?**

**A esa división se le llama Tasa de Retorno Energético (TRE)**



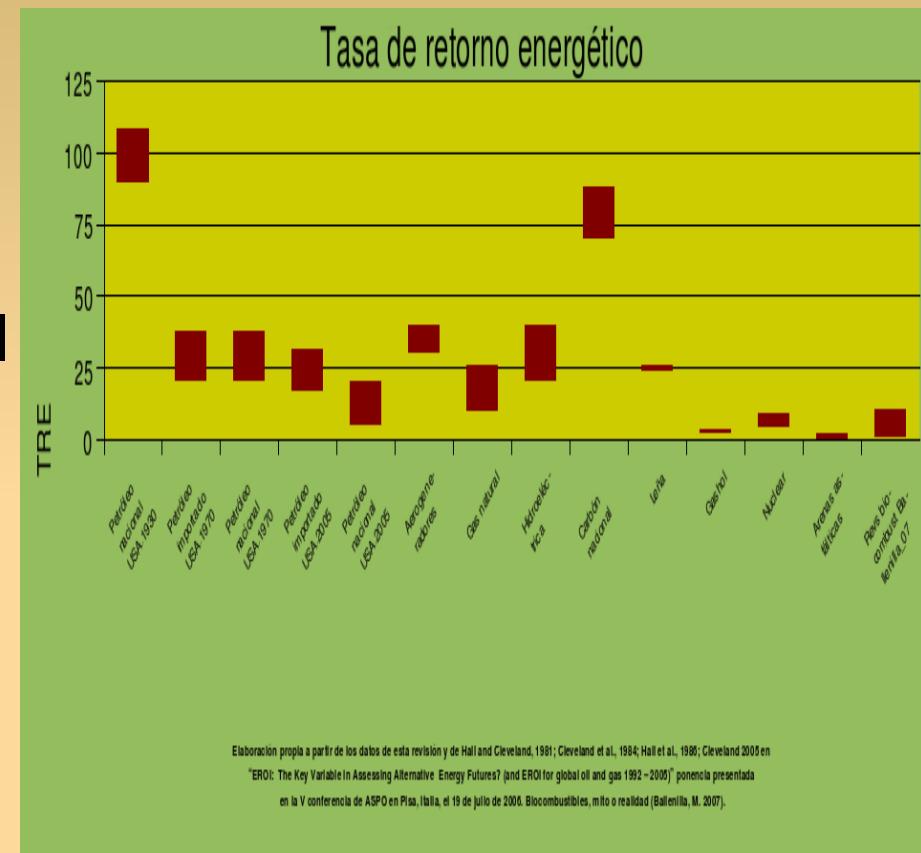
# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

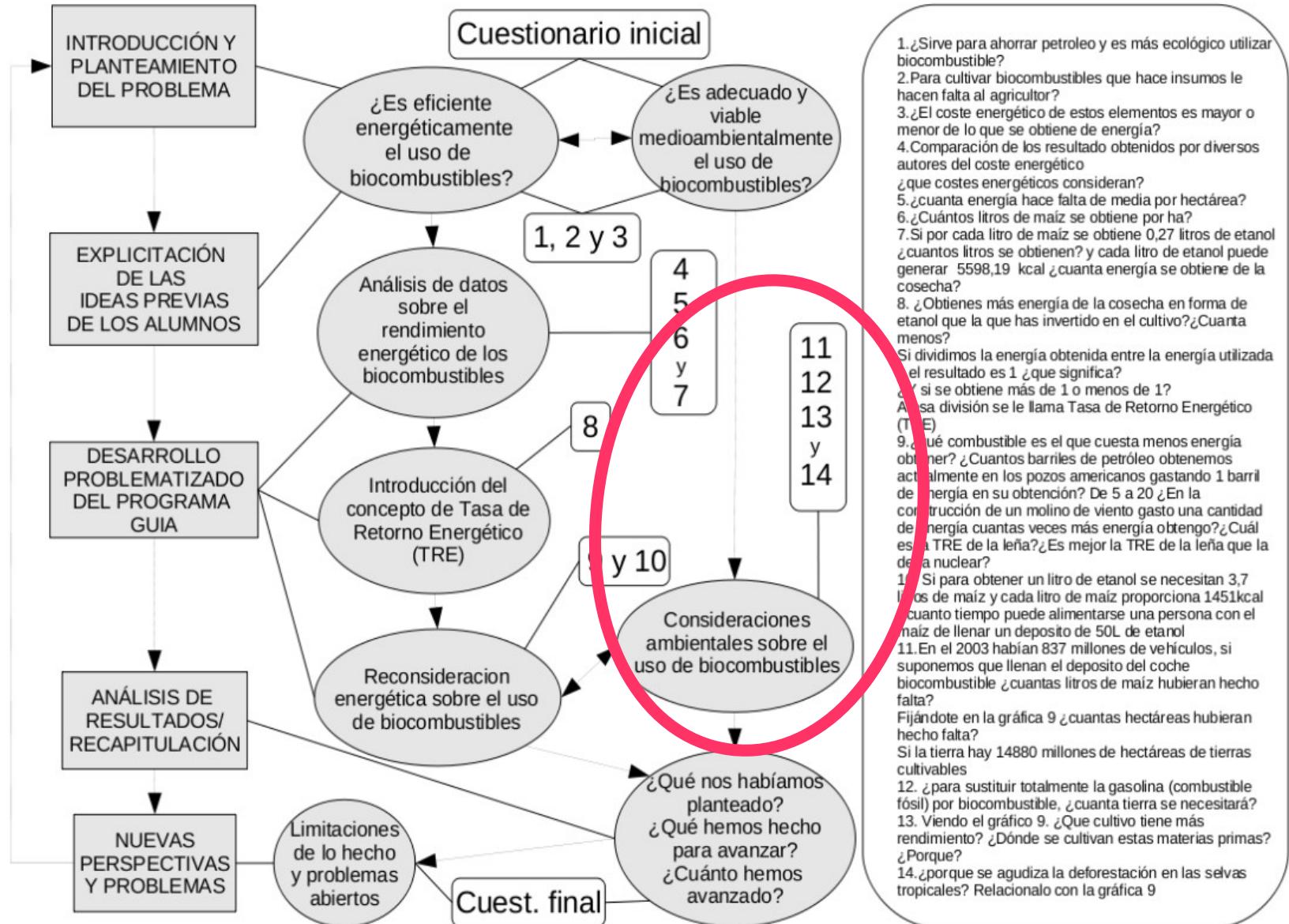
## 9. Mira la gráfica 8

- a) ¿qué combustible es el que cuesta menos energía obtener?
- b) ¿Cuantos barriles de petróleo obtenemos actualmente en los pozos americanos gastando 1 barril de energía en su obtención?
- c) En la construcción de un molino de viento gasto una cantidad de energía ¿cuantas veces más energía obtengo?
- d) ¿Cuál es la TRE de la leña? ¿Es mejor la TRE de la leña que la de la nuclear?



- ## 10. Si para obtener un litro de etanol se necesitan 3,7 litros de maíz y cada litro de maíz proporciona 1451kcal ¿cuanto tiempo puede alimentarse una persona con el maíz de llenar un deposito de 50L de etanol

# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

**11. En el 2003 habían 837 millones de vehículos, si suponemos que llenan el deposito del coche con biocombustible**

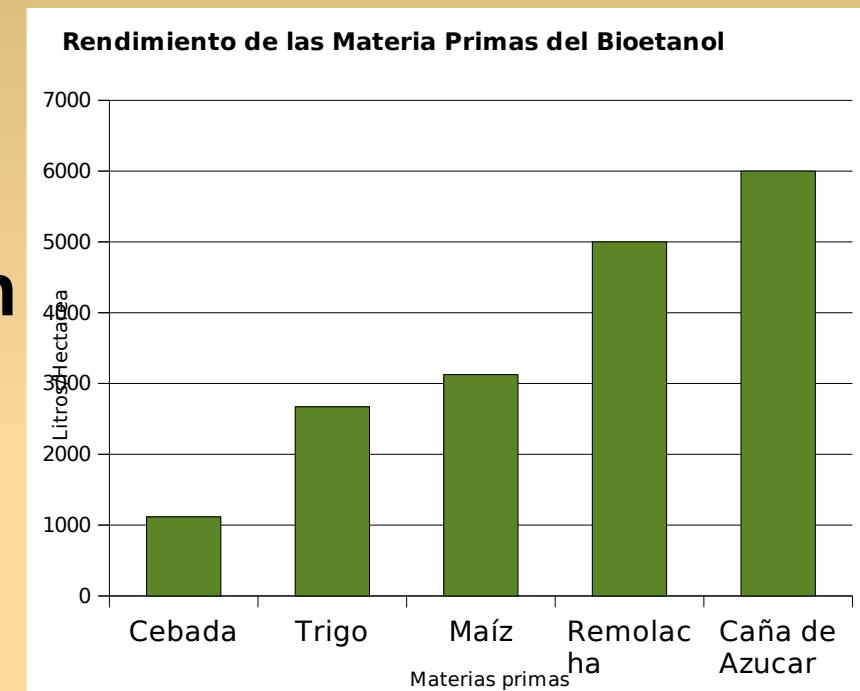
**¿Cuantos litros de maíz hubieran hecho falta?**

**Fijándote en la gráfica 9**

**¿Cuantas hectáreas hubieran hecho falta?**

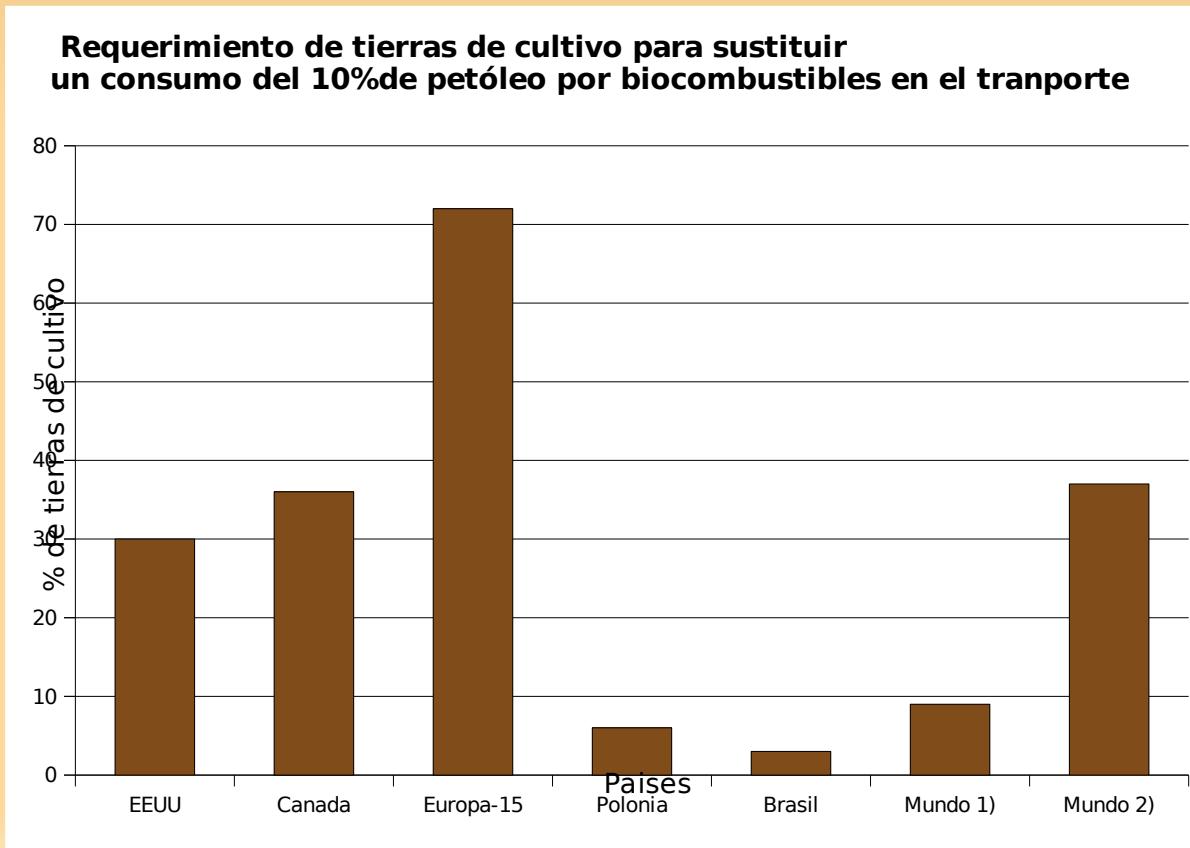
**Si en la tierra hay 14880 millones de hectáreas de tierras cultivables**

**¿Cuantas veces podríamos llenar el depósito?**



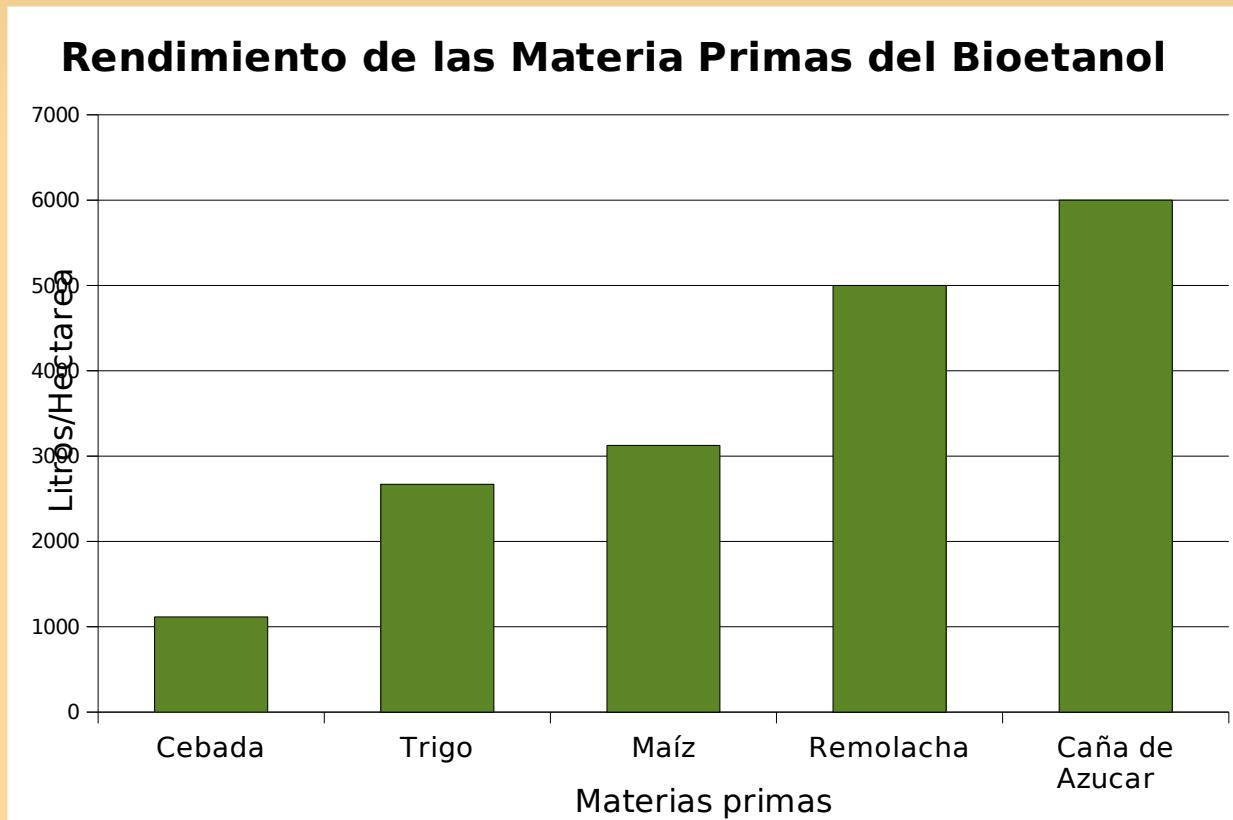
# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

**12. Mirando el gráfico 11 ¿para sustituir totalmente la gasolina (combustible fósil) por biocombustible, ¿cuanta tierra de cultivo se necesitará?**



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

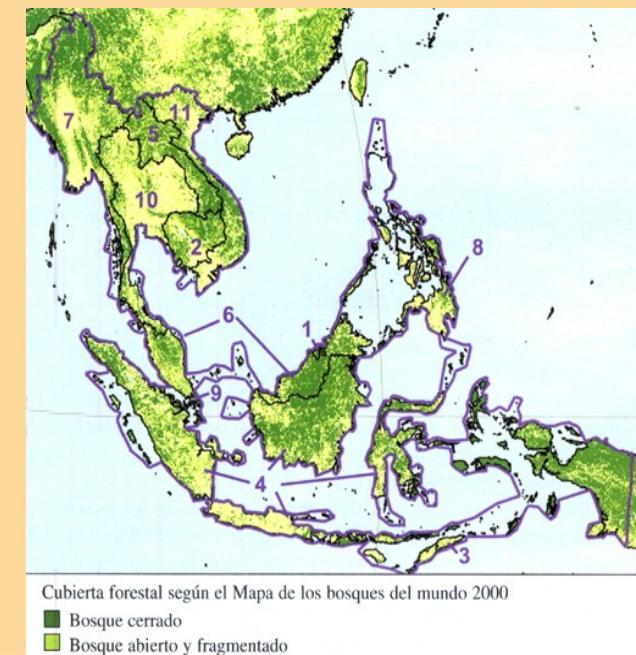
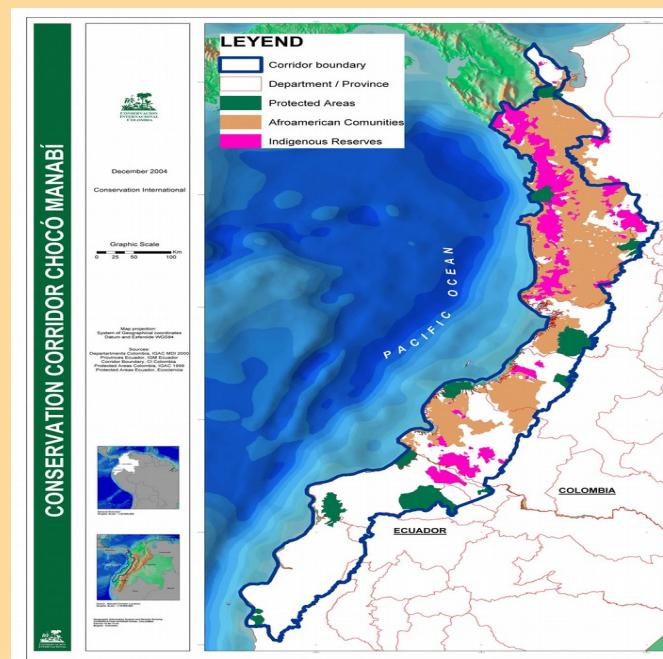
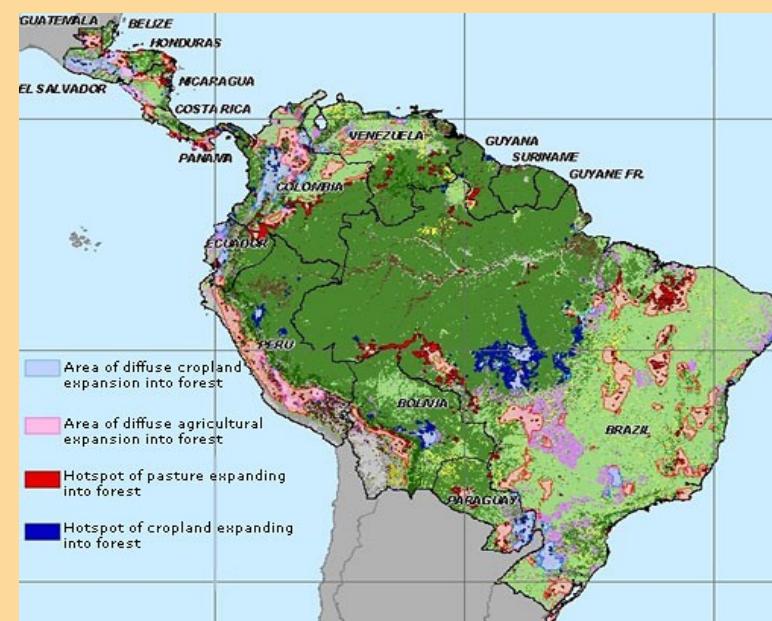
**13. Viendo el gráfico 9. ¿Que cultivo tiene más rendimiento? ¿Dónde se cultivan estas materias primas? ¿Por qué?**



# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

## 14. Mirando las ilustraciones 1, 2 y 3

¿por qué se agudiza la deforestación en las selvas tropicales?  
Relacionalo con la gráfica 9

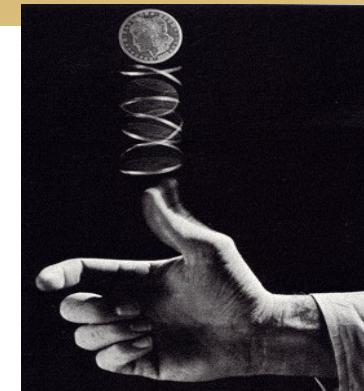
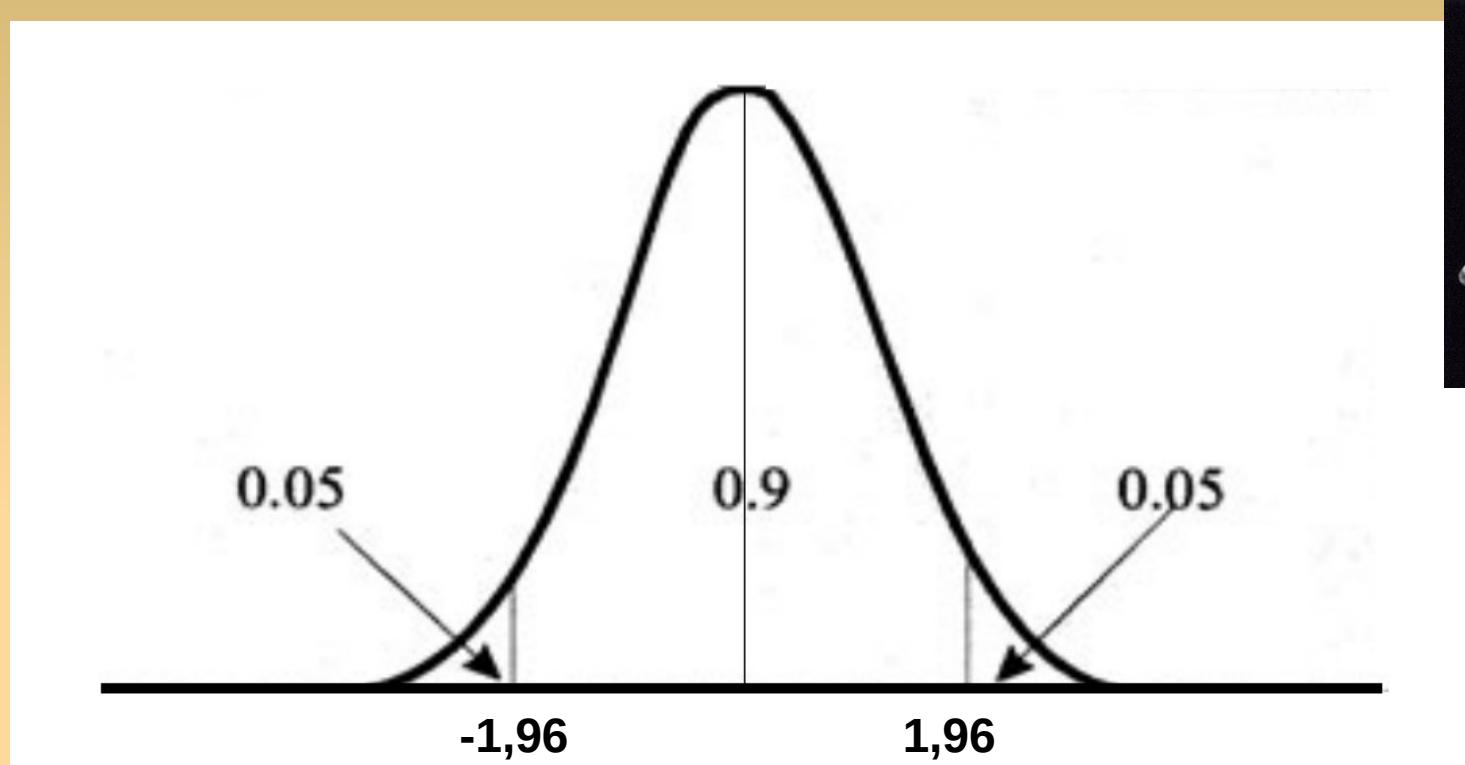


# Biocombustibles: Consideraciones energéticas y medioambientales

## PRUEBAS E INSTRUMENTOS

<i>Cuestionario inicial y final</i>	V	F
1 Las plantaciones o cosechas de maíz requiere un consumo elevado de combustibles fósiles		
2 Para obtener los pesticidas que se utilizan en los cultivos de maíz requieren un consumo elevado de petróleo		
3 Obtener el agua necesaria para los cultivos de maíz requiere un gasto energético		
4 Queda poca superficie terrestre apta para el cultivo		
5 La utilización de abonos nitrogenados supone un gasto importante de energía		
6 En Brasil se sustituye parte importante de la gasolina por bioetanol (alcohol procedente de cultivos)		
7 Si la Tasa de Retorno Energético (TRE) es mayor que 1 significa que se obtiene más energía del cultivo de la que se ha gastado en producirlo		
8 Si para sacar 20 barriles de petróleo gasto 3 la Tasa de Retorno Energético (TRE) es de 15		
9 El maíz necesario para obtener el bioetanol con que llenar un depósito de 50 litros de un coche serviría para alimentar a una persona más de 100 días		
10 Para sustituir en Europa el 10% de la gasolina por biocombustible haría falta más del 70% de todas las tierras de cultivo disponibles en Europa		
11 Una de las causas más importantes actualmente de deforestación en las zonas tropicales son debidas a los cultivos para obtener biocombustibles		
12 El uso de biocombustibles es una de las causas del aumento de precio de los alimentos		
13 Si todos los coches actuales sustituyesen la gasolina por bioetanol (un biocombustible) estaríamos favoreciendo al medio ambiente		
14 El uso de biocombustibles puede afectar a la desaparición de especies de seres vivos.		
15 Si todos los coches actuales sustituyesen la gasolina por bioetanol, sería más sostenible utilizar bioetanol que la gasolina.		
16 El petróleo es un recurso energético no renovable y por lo tanto su uso continuado no es sostenible		
17 Si para sacar 21 barriles de petróleo gasto 3 la Tasa de Retorno Energético (TRE) es de 7		
18 En España tendríamos que sustituir ya todo el petróleo que compramos del extranjero por biocombustibles procedentes de nuestros cultivos		
19 La energía que obtengo al fabricar biocombustibles es mucha más (como 40 o 50 veces más) que la que invierto en su fabricación.		
20 Cuando recojo leña, obtengo unas 25 veces más energía que la que he utilizado recogiéndola.		

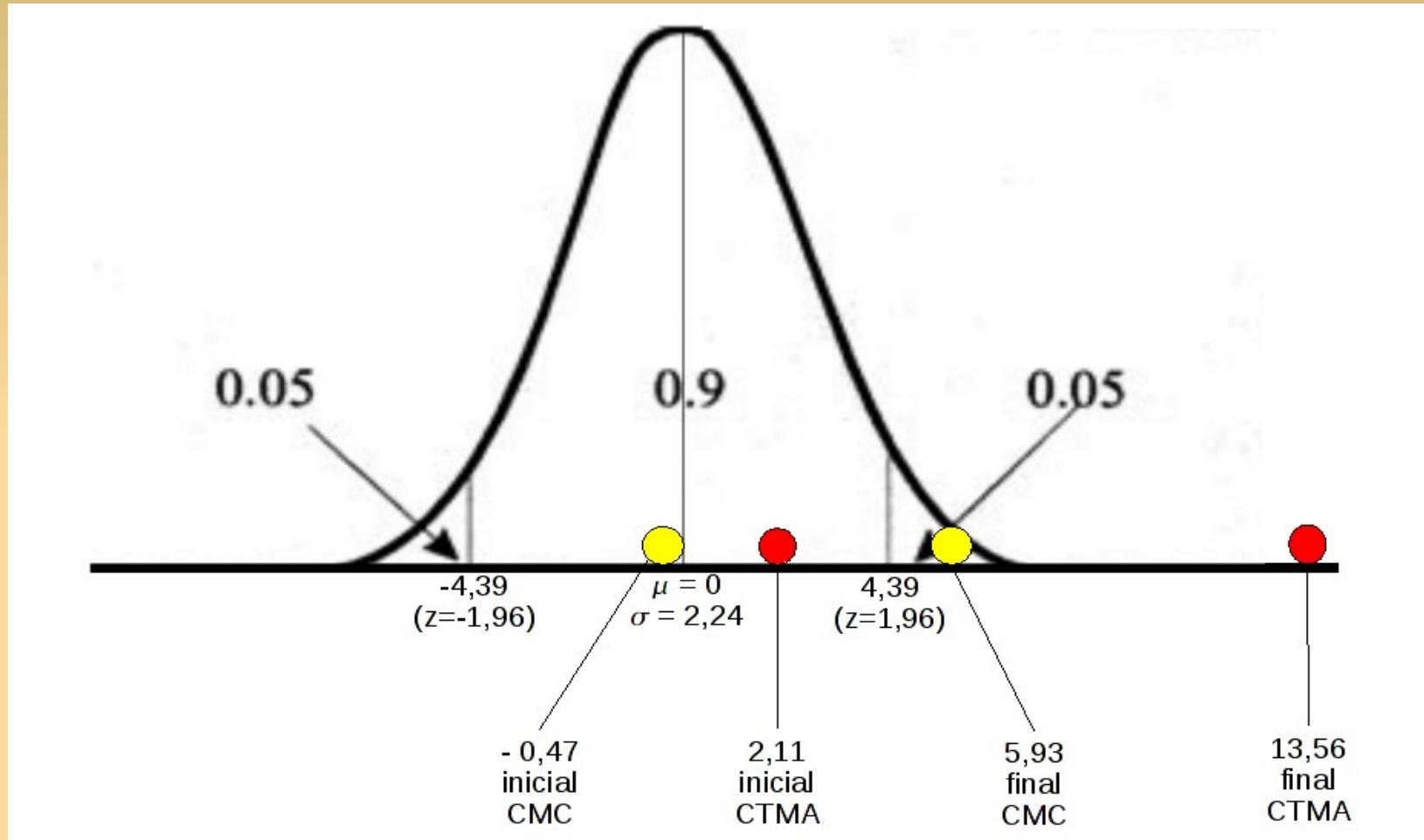
# RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA



**Si se hubiesen contestado al azar los resultados de el cuestionario se ajustarian bien a una normal.**

**En que en el 90% de los casos los datos caerian entre la media menos 1,96 la desviación típica y la media más 1,96 la desviación típica.**

# RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA



Con un nivel de significación del 5%.

Destacando que CTMA final se separa de la media en 6 desviación típicas

# RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA

A pesar de que los resultados globales de cada curso reflejan que sí se ha aprendido, no se puede extrapolar ese resultado a todas las preguntas.

Por eso se hizo un análisis pregunta a pregunta utilizando la Chi cuadrado. Con este análisis se espera encontrar las debilidades y fortalezas del programa guía y/o los aspectos concretos que presentan más dificultad.

# RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA

Para ello se compararon los resultados de cada pregunta en la prueba inicial y final, considerando como esperados los de la prueba inicial.

Asignatura	pregunta		
Contestaciones	Cuestionario inicial	Cuestionario final	
no contestadas			
bien	<i>Esperados</i>		
mal		<i>Observados</i>	
Valor de la chi-cuadrado con dos grados de libertad			
Apreciación de la significatividad o no de las diferencias entre CI y CF			

**En un caso extremo, si las frecuencias observadas son totalmente coincidentes con las esperadas, el valor de la chi-cuadrado será 0, e irá aumentando en función de lo distintas que sean.**

<b>Niveles de significación</b>	
Grados libertad:	2
P 0,95 con 2 grados de libertad:	5,99
P 0,99 con 2 grados de libertad:	9,21
P 0,995 con 2 grados de libertad:	10,6

**En la mayoria de los casos en las comparaciones cuest. inicial/final el valor de la Chi-cuadrado es de más de 10,6 por lo tanto se puede afirmar que hay diferencias significativas entre el cuestionario inicial/final con una probabilidad de equivocarse de 0,005**

# RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA

Evolución de las contestaciones en CMC CTMA	CMC		CTMA		
	%Bien inicial	%Bien final	%Bien inicial	%Bien final	
1 Las plantaciones o cosechas de maíz requiere un consumo elevado de combustibles fósiles	V	16,13	41,67	50	100
2 Para obtener los pesticidas que se utilizan en los cultivos de maíz requieren un consumo elevado de petróleo	V	22,58	33,33	50	77,78
3 Obtener el agua necesaria para los cultivos de maíz requiere un gasto energético	V	48,39	70,83	66,67	77,78
4 Queda poca superficie terrestre apta para el cultivo	V	54,84	62,5	66,67	88,89
5 La utilización de abonos nitrogenados supone un gasto importante de energía	V	12,9	29,17	41,67	33,33
6 En Brasil se sustituye parte importante de la gasolina por bioetanol (alcohol procedente de cultivos)	V	58,06	58,33	25	66,67
7 Si la Tasa de Retorno Energético (TRE) es mayor que 1 significa que se obtiene más energía del cultivo de la que se ha gastado en producirlo	V	16,13	50	8,33	88,89
8 Si para sacar 20 barriles de petróleo gasto 3 la Tasa de Retorno Energético (TRE) es de 15	F	35,48	33,33	8,33	66,67
9 El maíz necesario para obtener el bioetanol con que llenar un deposito de 50litros de un coche serviría para alimentar a una persona más de 100 días	V	41,94	66,67	25	100
10 Para sustituir en Europa el 10% de la gasolina por biocombustible haría falta más del 70% de todas las tierras de cultivo disponibles en Europa	V	32,26	50	50	88,89
11 Una de las causas más importantes actualmente de deforestación en las zonas tropicales son debidas a los cultivos para obtener biocombustibles	V	58,06	66,67	41,67	88,89
12 El uso de biocombustibles es una de las causas del aumento de precio de los alimentos	V	48,39	45,83	33,33	77,78
13 Si todos los coches actuales sustituyesen la gasolina por bioetanol (un biocombustible) estaríamos favoreciendo al medio ambiente	F	41,94	20,83	41,67	22,22
14 El uso de biocombustibles puede afectar a la desaparición de especies de seres vivos.	V	90,48	41,67	50	22,22
15 Si todos los coches actuales la sustituyesen, sería más sostenible utilizar bioetanol que la gasolina.	F	23,81	16,67	16,67	66,67
16 El petróleo es un recurso energético no renovable y por lo tanto su uso continuado no es sostenible	V	90,48	79,17	91,67	88,89
17 Si para sacar 21 barriles de petróleo gasto 3 la Tasa de Retorno Energético (TRE) es de 7	V	4,76	45,83	8,33	77,78
18 En España tendríamos que sustituir ya todo el petróleo que compramos del extranjero por biocombustibles procedentes de nuestros cultivos	F	19,05	25	25	44,44
19 La energía que obtengo al fabricar biocombustibles es mucha más (como 40 0 50 veces más) que la que invierto en su fabricación.	F	19,05	41,67	25	77,78
20 Cuando recojo leña, obtengo unas 25 veces más energía que la que he utilizado recogiéndola.	V	14,29	37,5	33,33	44,44

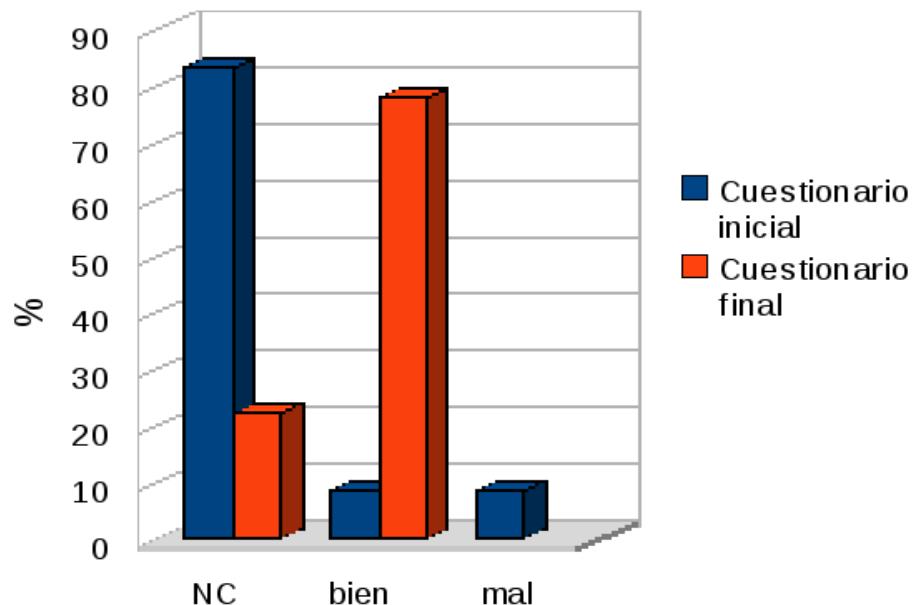
# CONCLUSIONES

ES UN BUEN INSTRUMENTO PARA TRABAJAR EL CONCEPTO DE LA TRE Y SU CÁLCULO EN EL CASO DE CTMA

**17. Si para sacar 21 barriles de petróleo gasto 3 la Tasa de Retorno Energético (TRE) es de 7**

Pregunta nº 17 CTMA

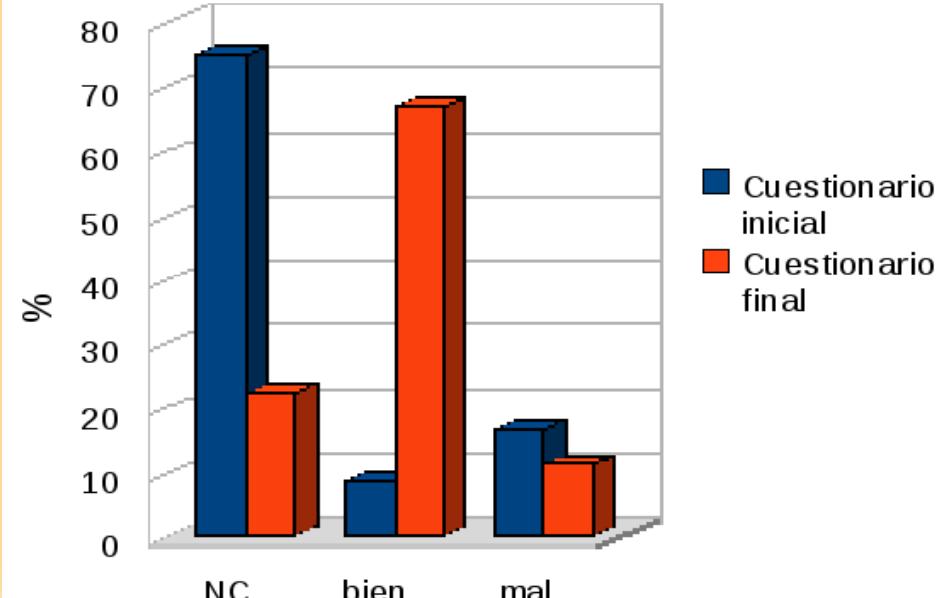
P.Fin  $\neq$  de P.Inc a niv 0,005



**8. Si para sacar 20 barriles de petróleo gasto 3 la Tasa de Retorno Energético (TRE) es de 15**

Pregunta nº 8 CTMA

P.Fin  $\neq$  de P.Inc a niv 0,005



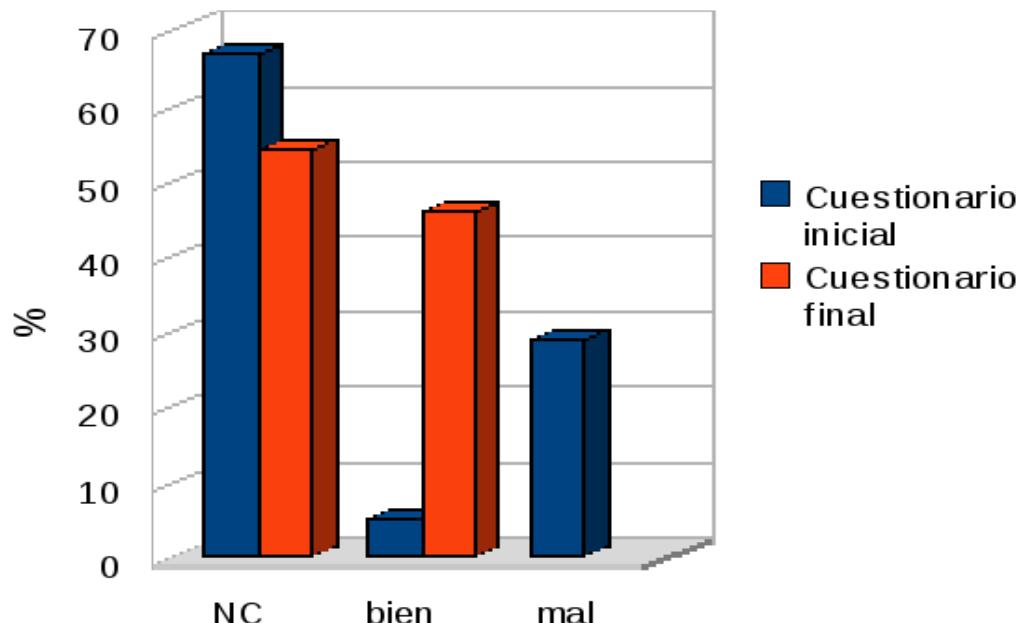
# CONCLUSIONES

NO ES UN BUEN INSTRUMENTO PARA TRABAJAR EL CONCEPTO DE LA TRE Y SU CÁLCULO EN EL CASO DE CMC

**17. Si para sacar 21 barriles de petróleo gasto 3 la Tasa de Retorno Energético (TRE) es de 7.**

Pregunta nº 17 CMC

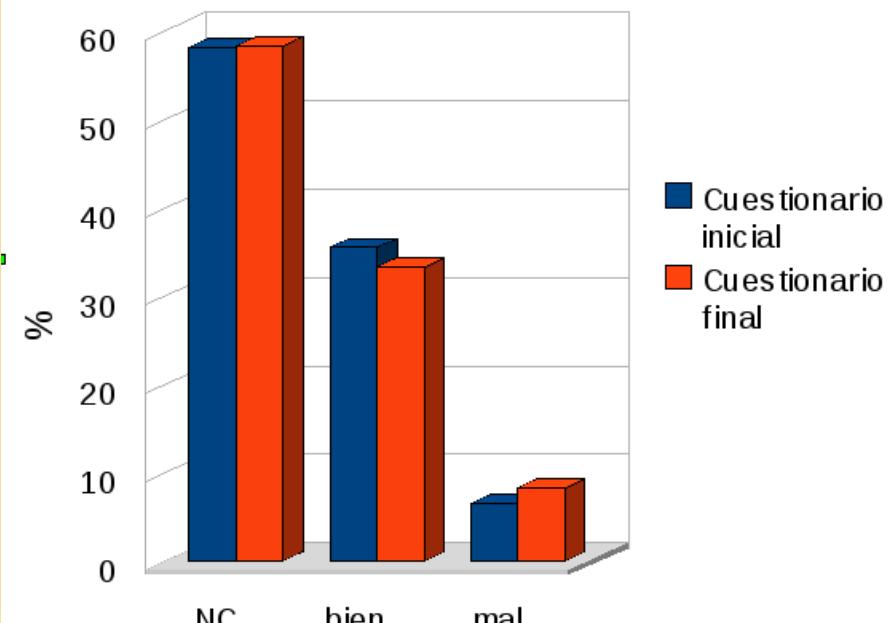
P.Fin  $\neq$  de P.Inc a niv 0,005



**8. Si para sacar 20 barriles de petróleo gasto 3 la Tasa de Retorno Energético (TRE) es de 15.**

Pregunta nº 8 CMC

P.Fin no difiere de P.Inc a niv 0,95



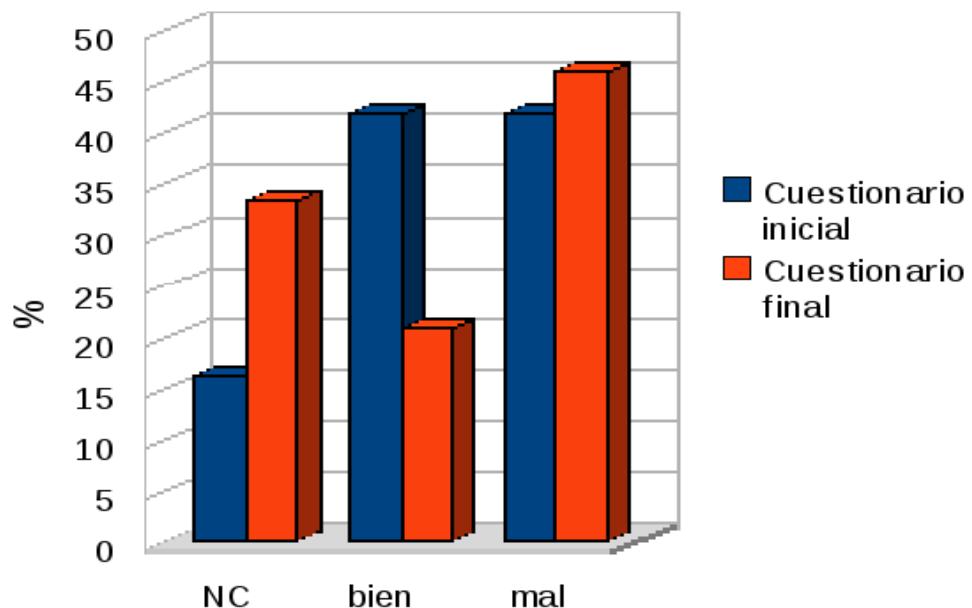
# CONCLUSIONES

## DIFICULTAD PARA VALORAR NEGATIVAMENTE EL USO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES A GRAN ESCALA

Si todos los coches actuales sustituyesen la gasolina por bioetanol (un biocombustible) estaríamos favoreciendo al medio ambiente

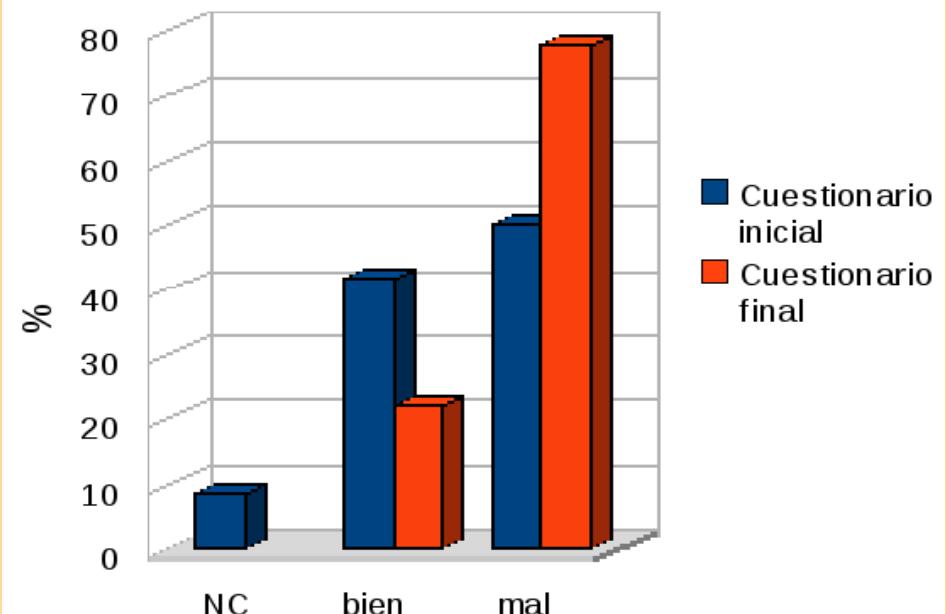
Pregunta nº 13 CMC

P.Fin  $\neq$  de P.Inc a niv 0,005



Pregunta nº 13 CTMA

P.Fin  $\neq$  de P.Inc a niv 0,005



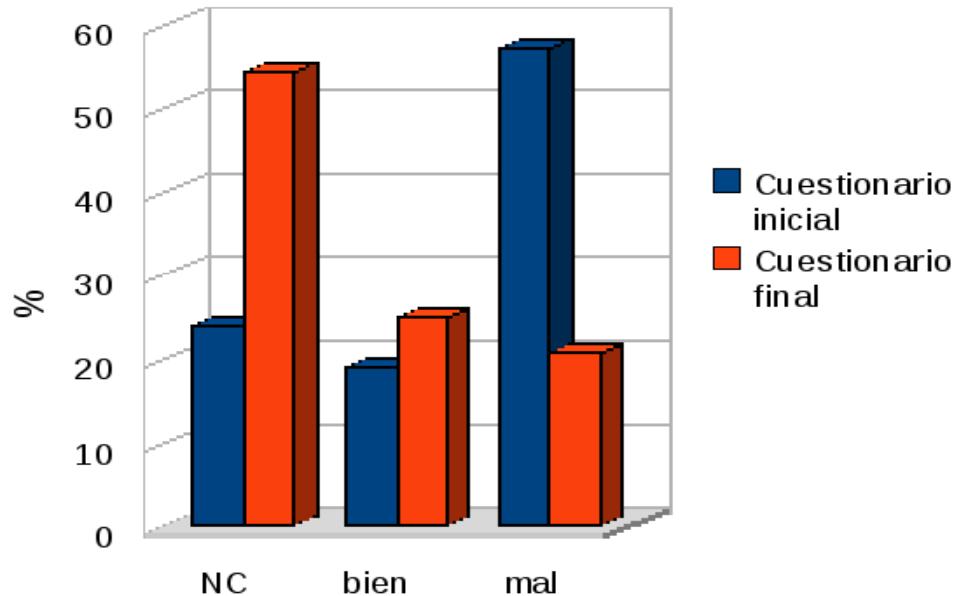
# CONCLUSIONES

## DIFICULTAD PARA VALORAR NEGATIVAMENTE EL USO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES A GRAN ESCALA

18 En España tendríamos que sustituir ya todo el petróleo que compramos del extranjero por biocombustibles procedentes de nuestros cultivos

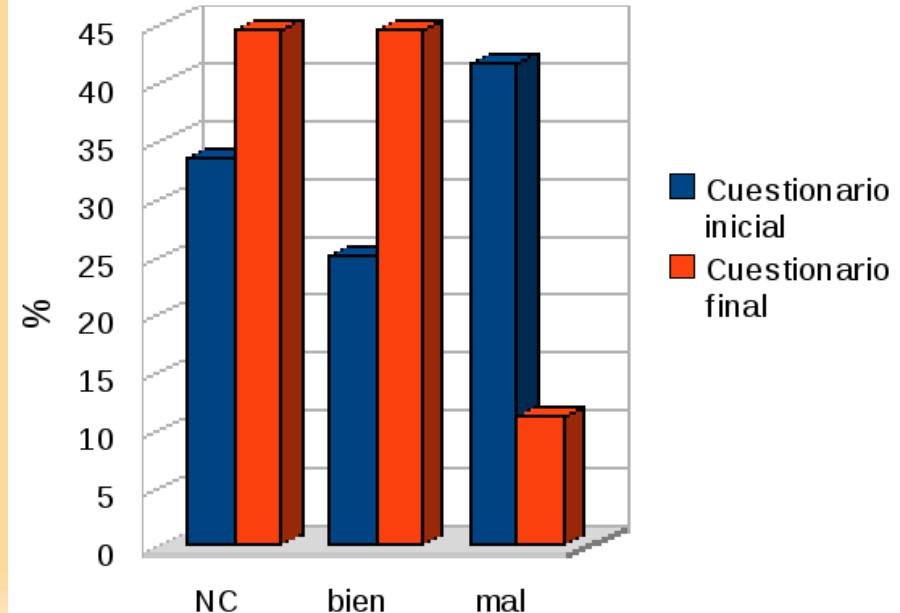
Pregunta nº 18 CMC

P.Fin ≠ de P.Inc a niv 0,005



Pregunta nº 18 CTMA

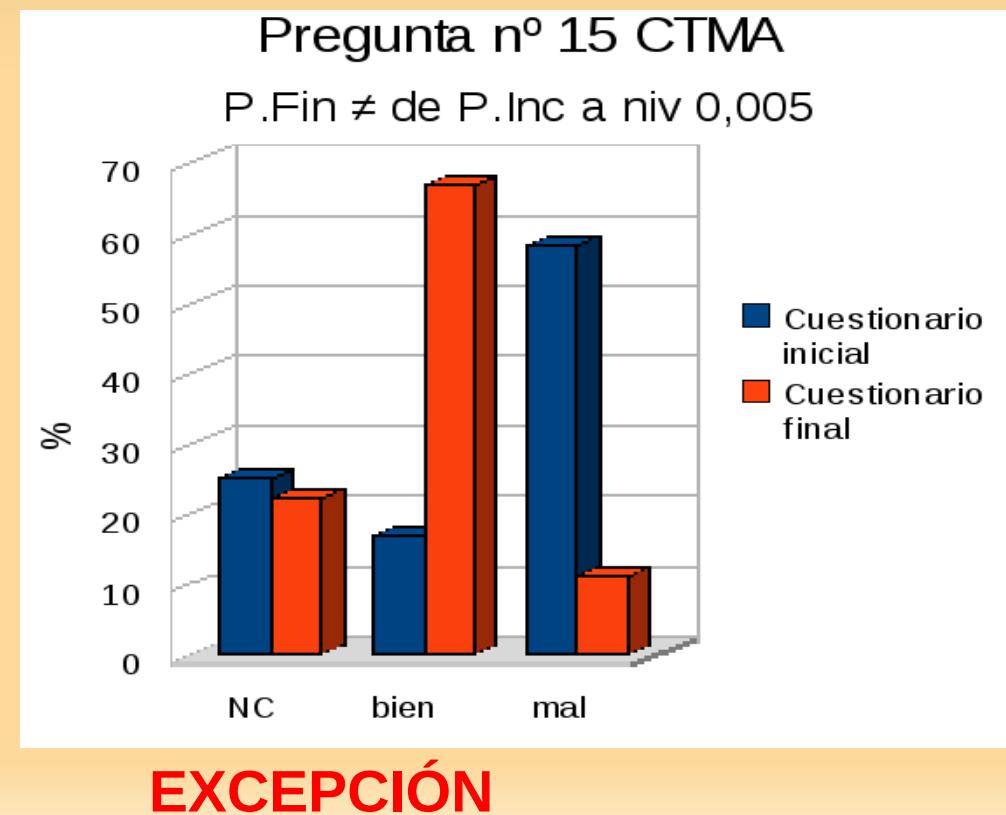
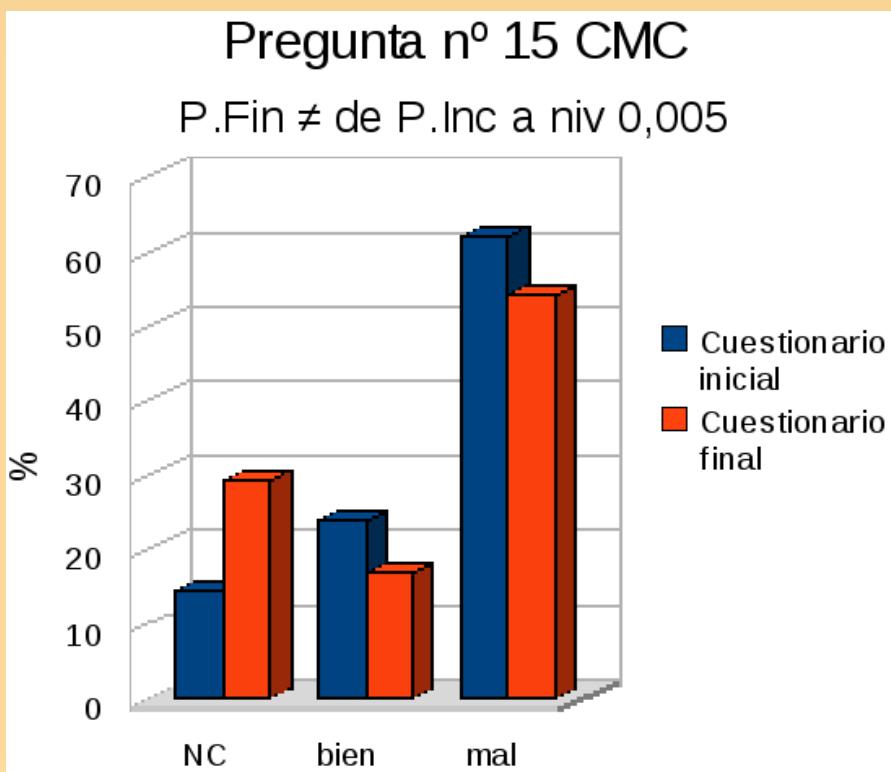
P.Fin ≠ de P.Inc a niv 0,005



# CONCLUSIONES

## DIFICULTAD PARA VALORAR NEGATIVAMENTE EL USO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES A GRAN ESCALA

**15. Si todos los coches actuales sustituyesen la gasolina por bioetanol, sería más sostenible utilizar bioetanol que la gasolina.**



**EXCEPCIÓN**

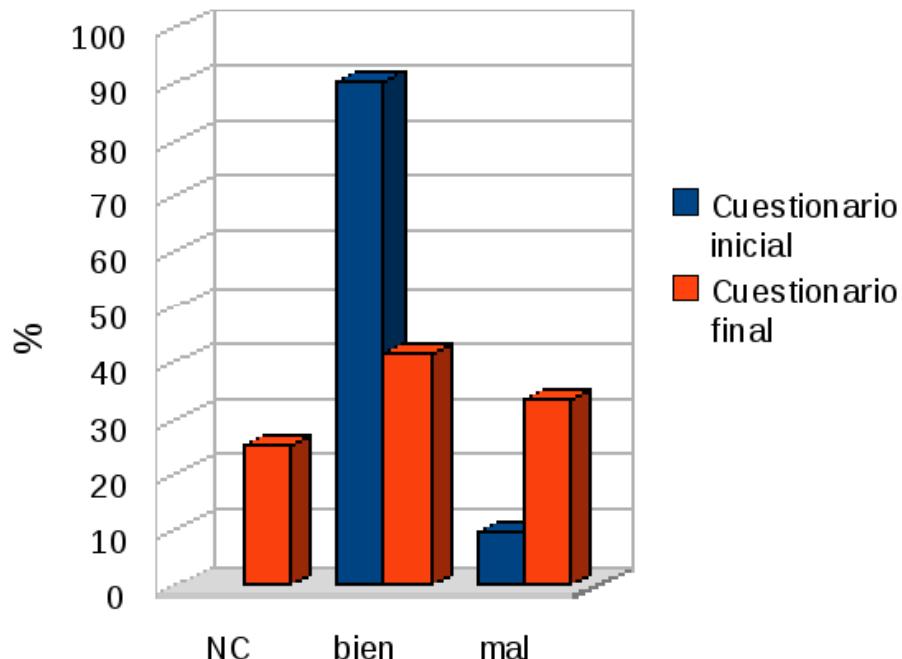
# CONCLUSIONES

## DIFICULTAD PARA RELACIONAR DEFORESTACIÓN CON PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

**14. El uso de biocombustibles puede afectar a la desaparición de especies de seres vivos**

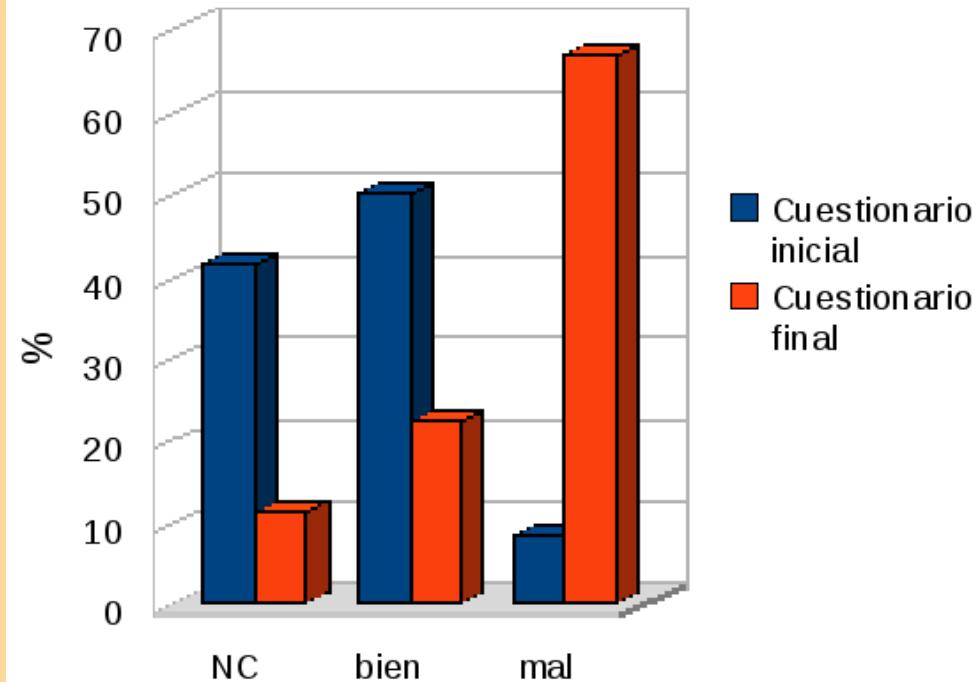
Pregunta nº 14 CMC

P.Fin  $\neq$  de P.Inc a niv 0,005



Pregunta nº 14 CTMA

P.Fin  $\neq$  de P.Inc a niv 0,005



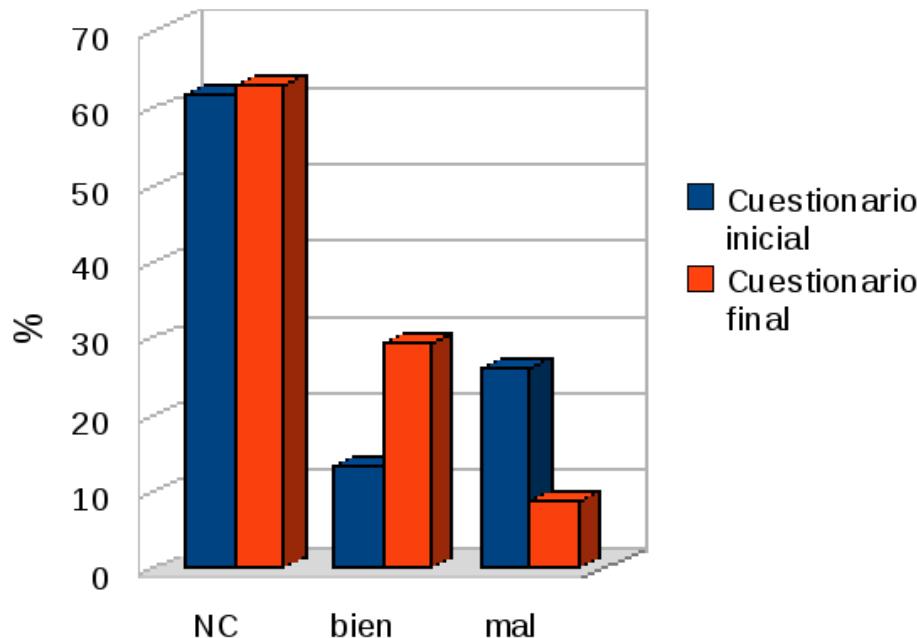
# CONCLUSIONES

## FALLOS EN EL PROGRAMA GUÍA

### 5. La utilización de abonos nitrogenados supone un gasto importante de energía

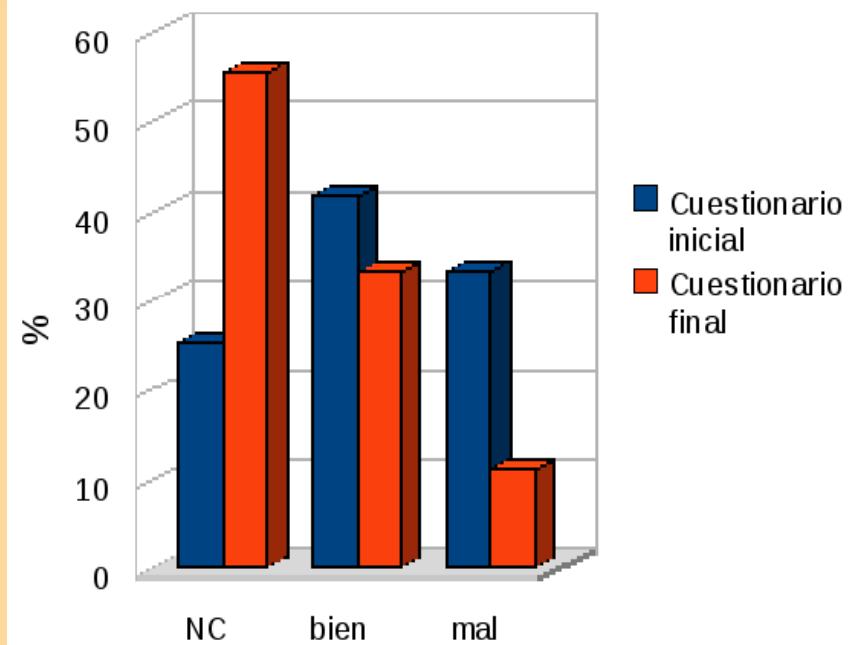
Pregunta nº 5 CMC

P.Fin  $\neq$  de P.Inc a niv 0,005



Pregunta nº 5 CTMA

P.Fin  $\neq$  de P.Inc a niv 0,005



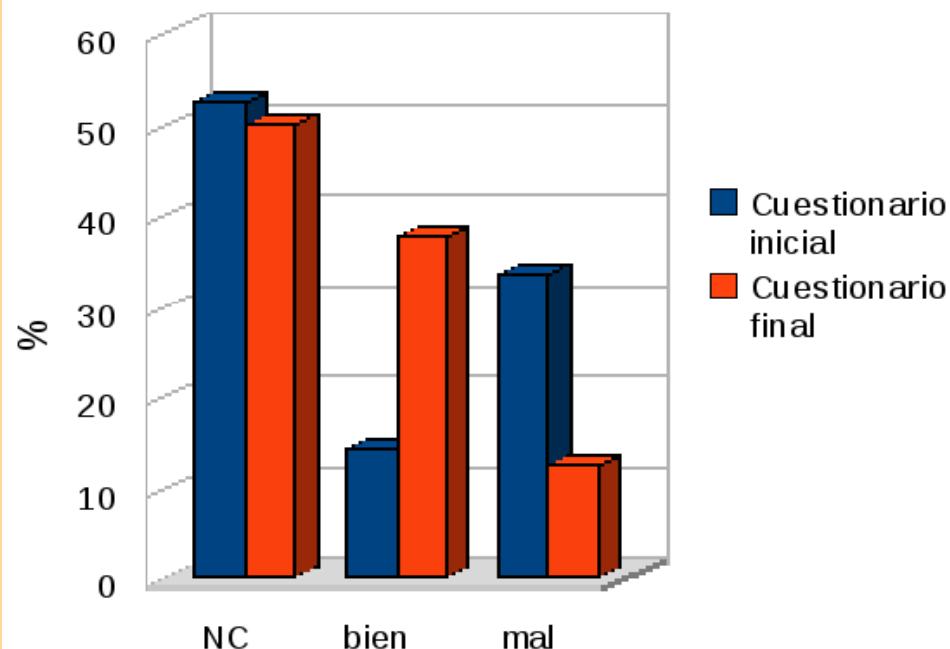
# CONCLUSIONES

## FALLOS EN EL PROGRAMA GUÍA

Cuando recojo leña, obtengo unas 25 veces más energía que la que he utilizado recogiéndola.

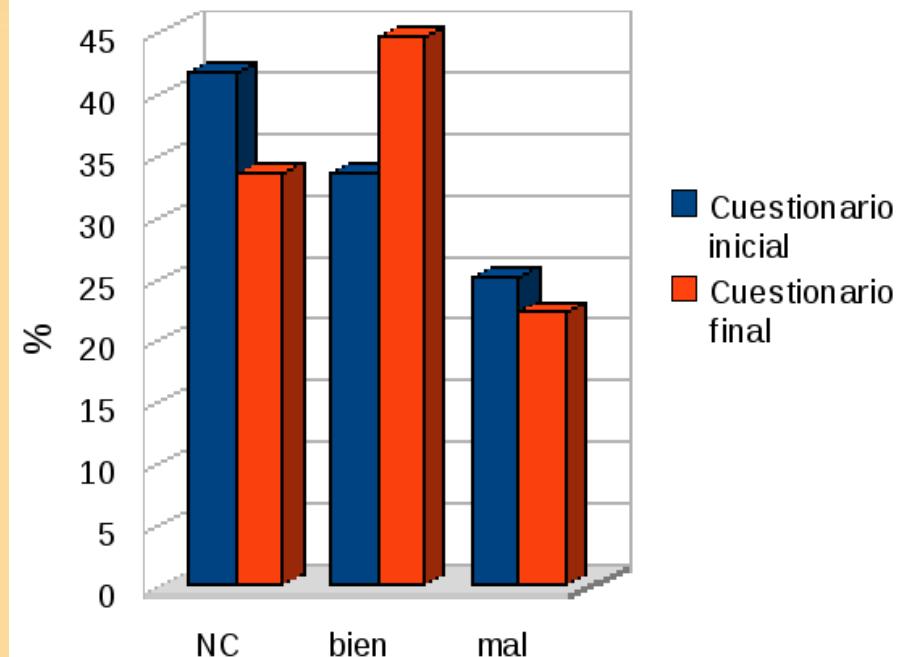
Pregunta nº 20 CMC

P.Fin  $\neq$  de P.Inc a niv 0,005



Pregunta nº 20 CTMA

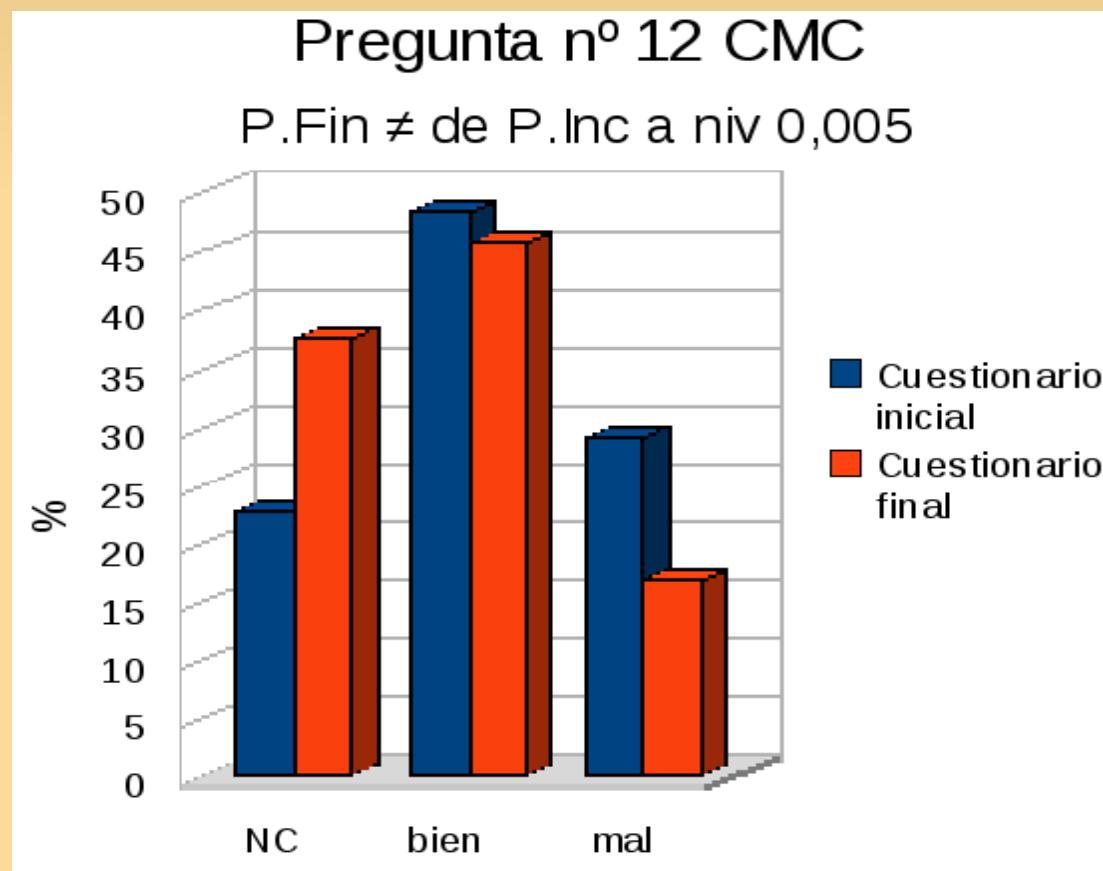
P.Fin no difiere de P.Inc a niv 0,95



# CONCLUSIONES

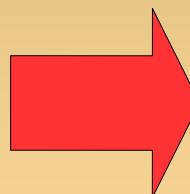
## RESULTADOS POCO SATISFACOTORIOS EN CMC

El uso de biocombustibles es una de las causas del aumento de precio de los alimentos



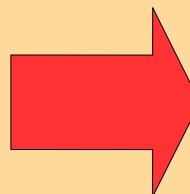
# PROPUESTAS DE MEJORA

El problema de la pregunta nº1 es que deja la contestación abierta al subjetivismo del alumno: “requiere un consumo elevado de combustibles”  
¿Que entiende el alumno por “un consumo elevado”? En otra edición del cuestionario habría que concretar lo del “consumo elevado”



“Las plantaciones de maíz requiere un consumo de energía procedente de los combustibles fósiles como diez veces mayor que la que se obtiene al cosecharlo”

En la pregunta nº 20 la cuestión está planteada únicamente como resolución de un dato numérico.



“La TRE de la leña es mayor que la de los biocombustibles” y “La leña es la primera energía exosomática que utilizó la humanidad”.

Traducir la leyenda al castellano del gráfico nº 7 entregada a los alumnos durante el desarrollo del problema nº4 del programa guía.

# ORIENTACIÓN PARA NUEVAS INVESTIGACIONES

A la vista de los resultados obtenidos para el grupo de CMC se ha observado que el programa guía no es adecuado para alumnos que no son de ciencias.

El objetivo principal no era adiestrarlos en los cálculos de equivalencias y otros cálculos sencillos sino:

Presentar el problema energético y medioambiental asociado a los biocombustibles.

Introducir el concepto de la TRE como criterio para la evaluación de los recursos energéticos

Desde esta perspectiva se debería reelaborar en profundidad para alumnos de letras, intentando evitar “que los árboles les impidan ver el bosque”.

# ORIENTACIÓN PARA DE NUEVAS INVESTIGACIONES

**Hay que tener muy en cuenta para próximas oportunidades la tremenda influencia de los medio de comunicación.**

**Conviene trabajar más afondo las causas del aumento de precio de los alimentos, que no sólo es debida al incremento de la producción de los biocombustibles, sino también a la especulación en la bolsa.**

**También hay que trabajar más a fondo la relación entre deforestación y perdida de biodiversidad, puede que con algún artículo que trate de manera más descriptiva esa problemática.**

**Explicar el proceso de obtención de abonos nitrogenados con detalle.**

# MEMORIA PARA LA OBTENCIÓN DE LA SUFICIENCIA INVESTIGADORA

**FIN**