



# **ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA COMPARATIVO DEL BIODIESEL Y DEL DIESEL. Energía y cambio climático**





## **Biocarburantes como instrumento para el cumplimiento de políticas comunitarias**

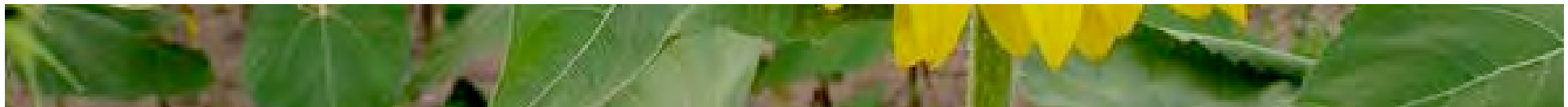
- Directiva 2003/30/CE sobre el fomento de la utilización de los biocarburantes: sustitución de los carburantes convencionales por biocarburantes, 2% en 2005 y 5,75 en 2010
- Directiva 2003/96/CE. Permite a los Estados miembros aplicar exenciones a los biocarburantes
- Directiva 2003/17/CE relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo en la que se propone la revisión de sus especificaciones técnicas y la necesidad de estimular la introducción de los biocarburantes.
- Estrategia de la UE para los biocarburantes (2006) propone medidas concretas para estimular la demanda de biocarburantes y señala la necesidad de estudiar la contribución de éstos a los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero





## **Normativa en España**

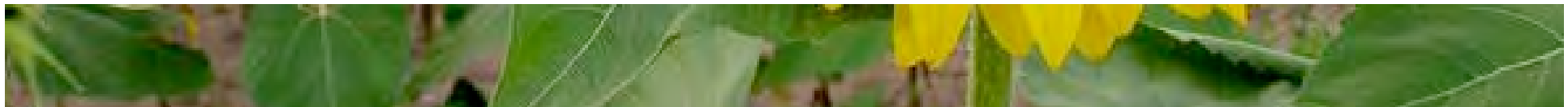
- Plan de Energías Renovables (PER). Objetivo 2,2 Mtep
- Ley 53/2002. Exención fiscal de 5 años a plantas piloto y exención fiscal modulable a plantas industriales hasta 2012
- Real Decreto 61/2006. Adapta las especificaciones técnicas de mezclas al 5% de biocarburantes con gasolina y gasóleo.





## **Motivos para la realización de este estudio**

- Conocer a fondo los beneficios medioambientales de los biocarburantes
- Cumplir las Directivas comunitarias





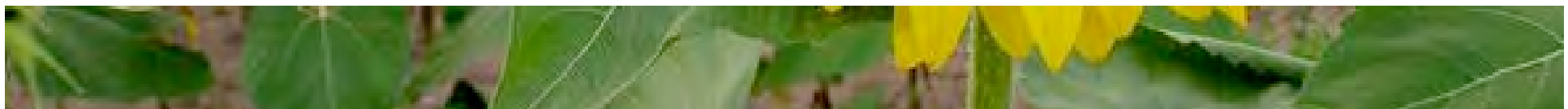
## Objetivos

➤ Evaluar, cuantificar y comparar los impactos medioambientales de tres combustibles con funciones equivalentes:

- el biodiesel obtenido a partir de aceites vegetales crudos
- el biodiesel obtenido a partir de aceites vegetales usados
- el diesel de 50 ppm de S (EN-590 año 2005)

a lo largo de todo su **ciclo de vida**

➤ Identificar las oportunidades para reducir dichos impactos ambientales





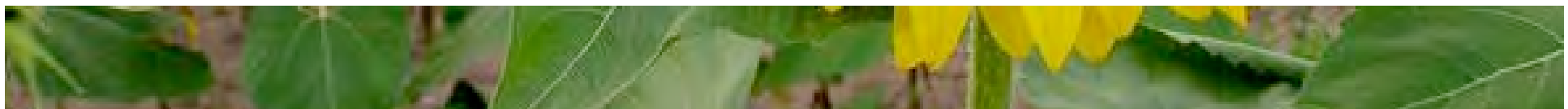
## Metodología

### **Análisis de Ciclo de Vida (UNE-EN-ISO 14040-43)**

*"El ACV es una técnica para evaluar los aspectos medioambientales y los potenciales impactos asociados con un producto mediante:*

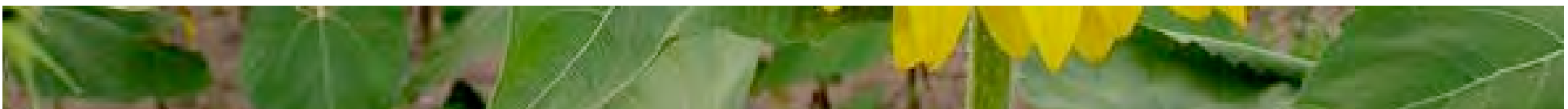
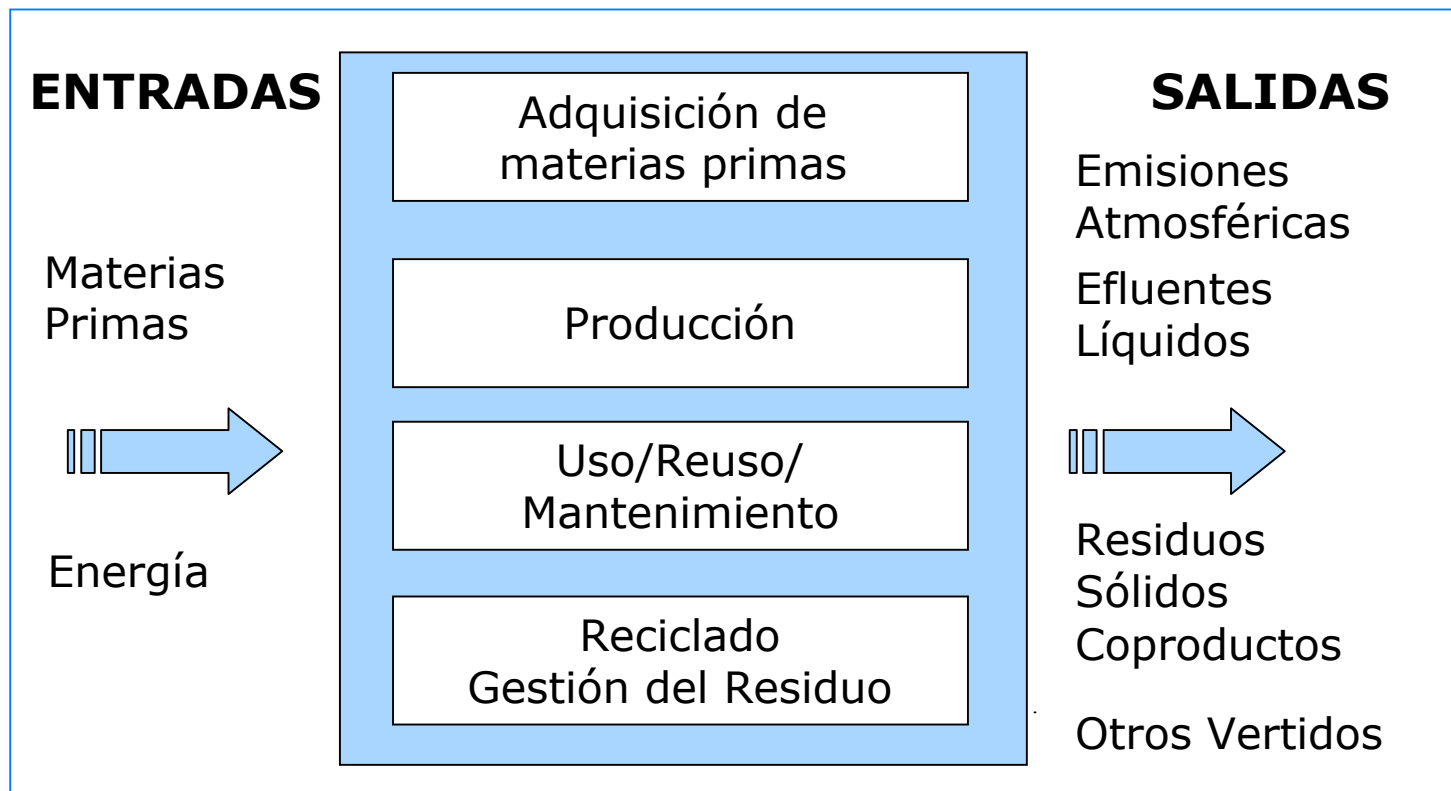
- *la recopilación de un **inventario** de las entradas y salidas de materia, energía y emisiones.*
- *la **evaluación de los potenciales impactos** medioambientales asociados*
- *la **interpretación** de los resultados."*

Todo ello a lo largo de la vida del producto **"DE LA CUNA A LA TUMBA"**





## Análisis de Ciclo de Vida

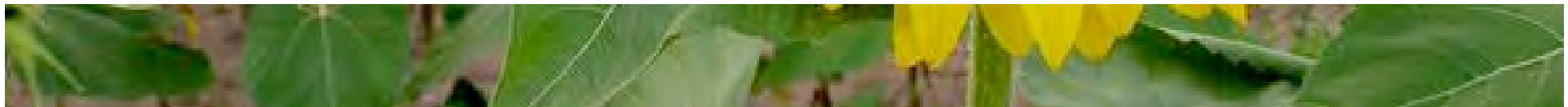




## Sistemas estudiados

- **Sistema BD5A1:** Producción y uso de biodiésel obtenido de aceites vegetales crudos, mezclado con diésel al 5% .
- **Sistema BD10A1:** Producción y uso de biodiésel obtenido de aceites vegetales crudos, mezclado con diésel al 10% .
- **Sistema BD100A1:** Producción y uso de biodiésel obtenido de aceites vegetales crudos, al 100% .
- **Sistema BD5A2:** Producción y uso de biodiésel obtenido de aceites vegetales usados con diésel mezclado al 5% .
- **Sistema BD10A2:** Producción y uso de biodiésel obtenido de aceites vegetales usados mezclado con diésel al 10% .
- **Sistema BD100A2:** Producción y uso de biodiésel obtenido de aceites vegetales usados al 100%.
- **Sistema Diésel EN-590:** Producción y uso de diésel EN-590 obtenido a partir del refinado de petróleo,

en un vehículo diesel siguiendo el ciclo de conducción definido en la Directiva 98/69/CE

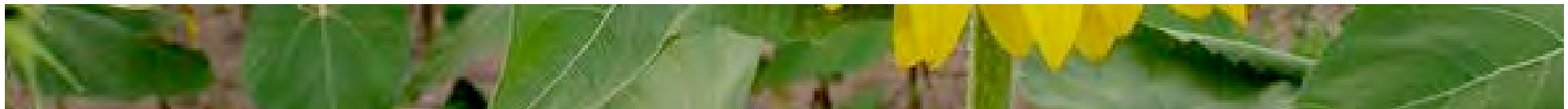




## **Unidad funcional. Base de comparación**

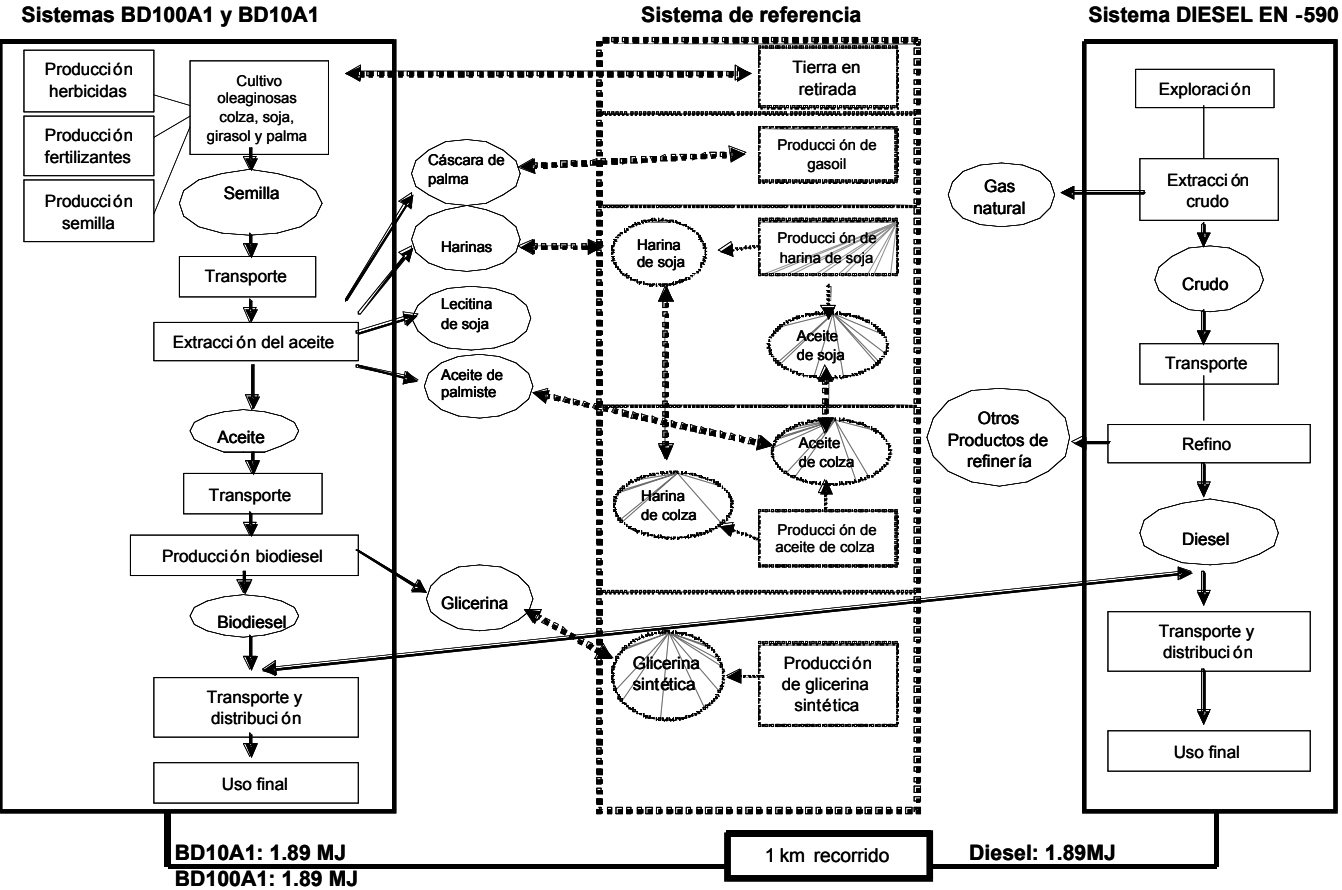
**La cantidad de combustible expresada en MJ de cada tipo de combustible que es necesaria para recorrer un km en un vehículo diesel (Ford Focus 1.8Tddi 90CV) en un ciclo de conducción determinado (Directiva 98/69/CE).**

**Unidad funcional: 1,89 MJ**



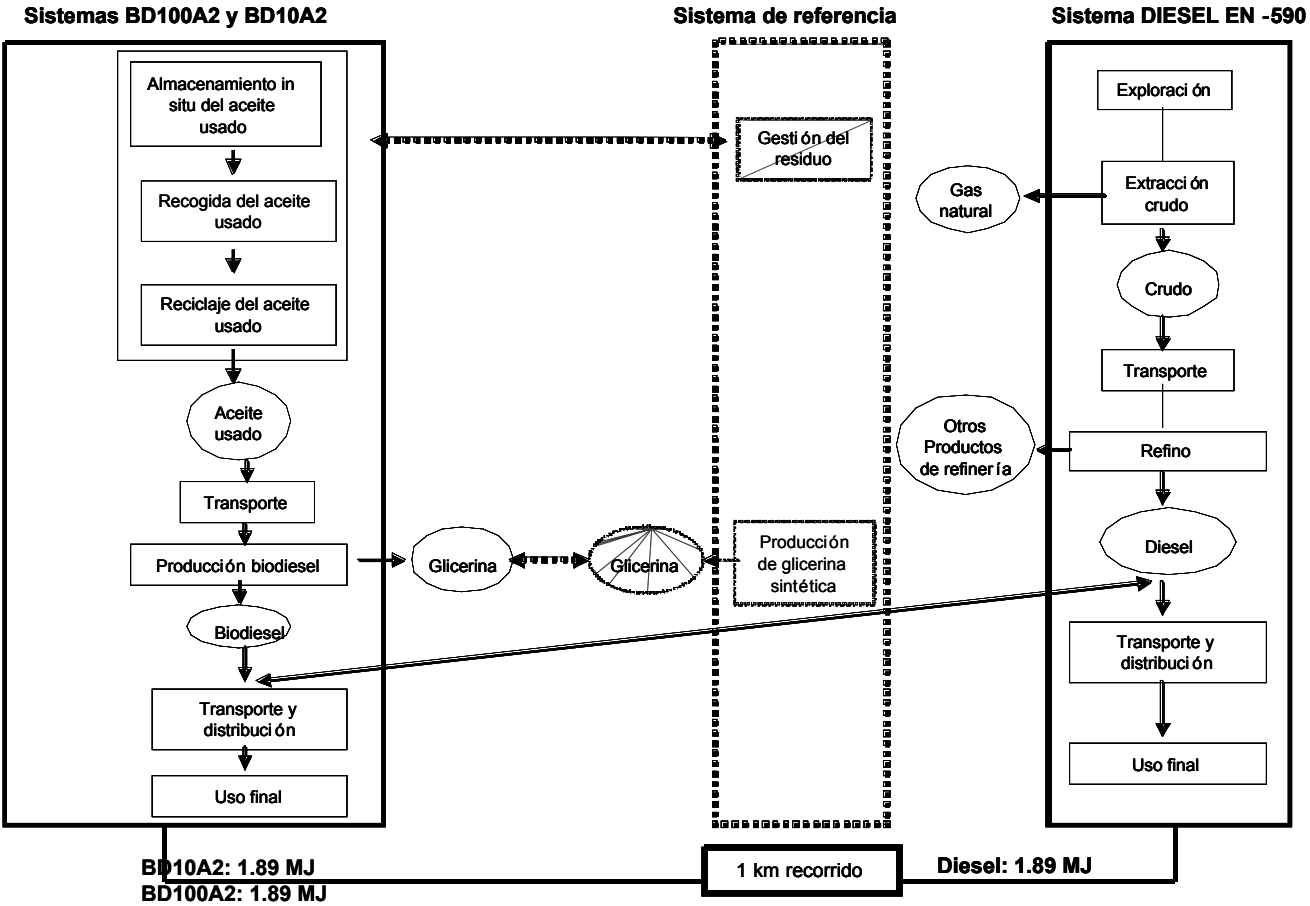


# Procesos implicados. Biodiesel aceites crudos





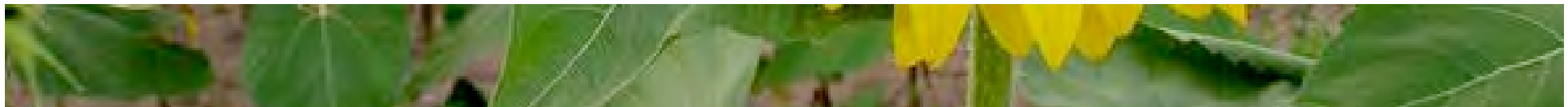
# Procesos implicados. Biodiesel aceites usados





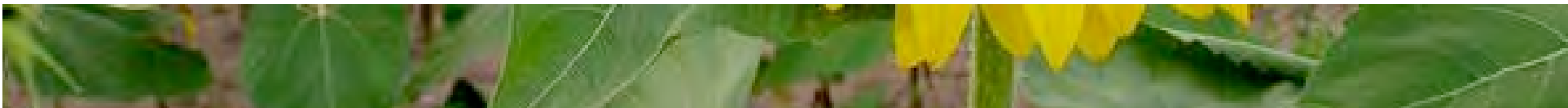
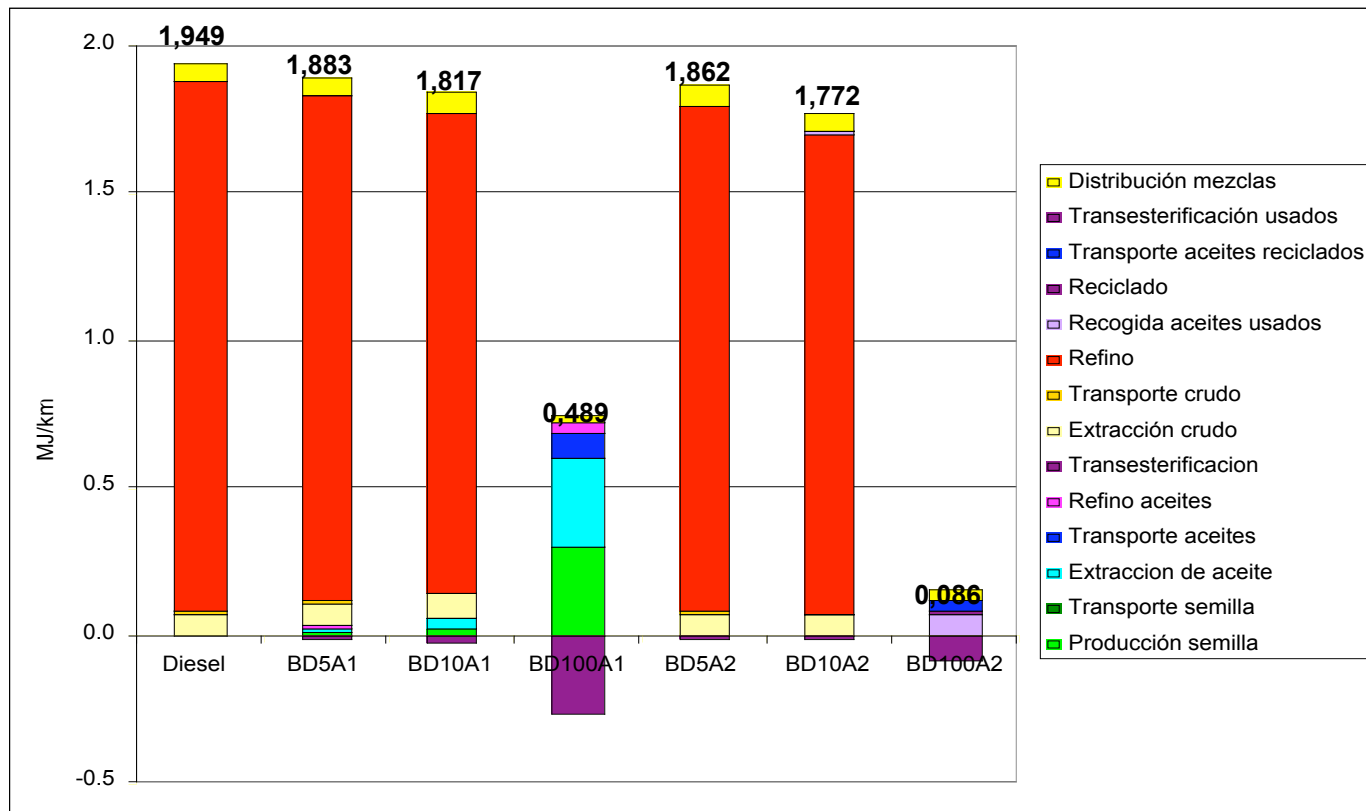
## Fuente de los datos

- **Bunge-MOYRESA.** Datos referidos a la obtención de aceite vegetal de semillas de oleaginosas.
- **BIONOR, BIONET EUROPA y ACCIONA Biocombustibles.** Datos relativos al proceso de transformación del aceite a biodiésel.
- **ECOGRAS RECUPERACIÓN Y RECICLADO S.L..** Datos relativos al proceso de recogida y reciclaje de aceite vegetal usado.
- **AOP.** Datos relativos a la extracción, transporte y refinado del petróleo para producir diésel en las refinerías españolas.
- **ETSI Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid.** Datos relativos a las etapas de producción agrícola de semillas de oleaginosas en España.
- **Ford.** Datos relativos a las emisiones del vehículo de referencia con los distintos combustibles considerados.



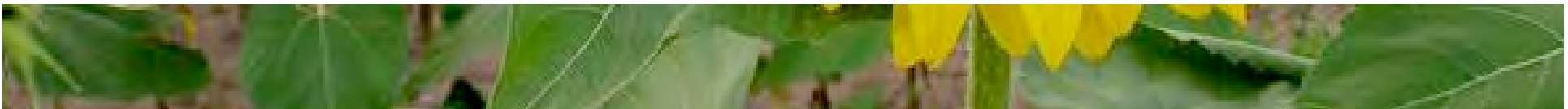
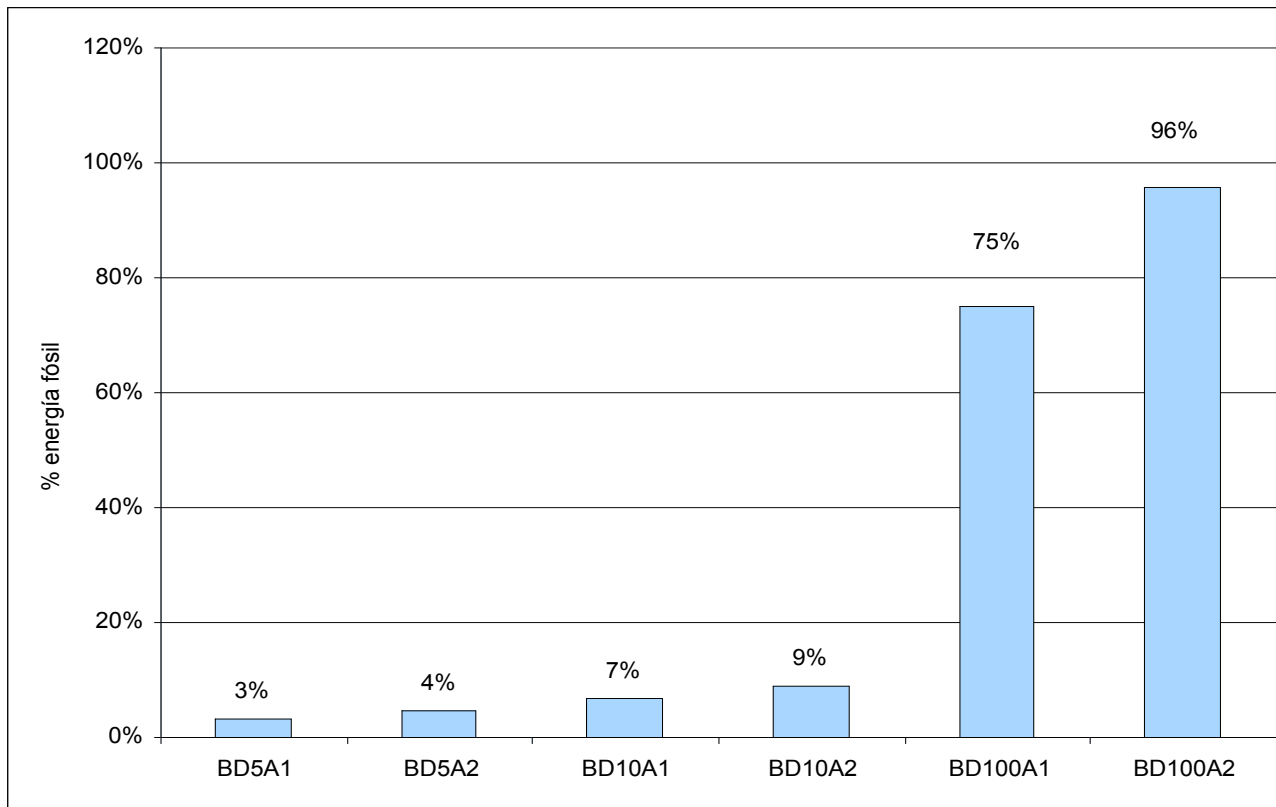


## Resultados. Consumo de energía fósil





## Resultados. Ahorro de energía fósil

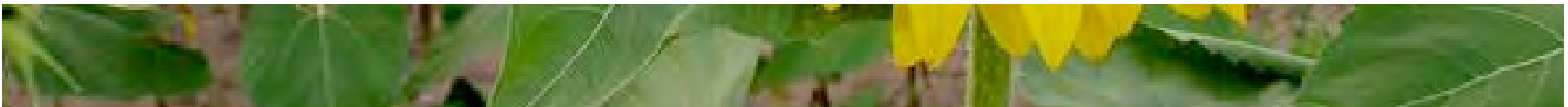




## Resultados. Ratio de energía fósil

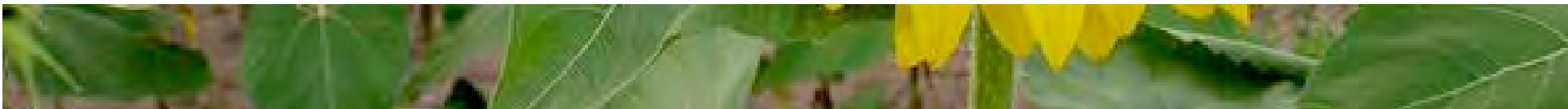
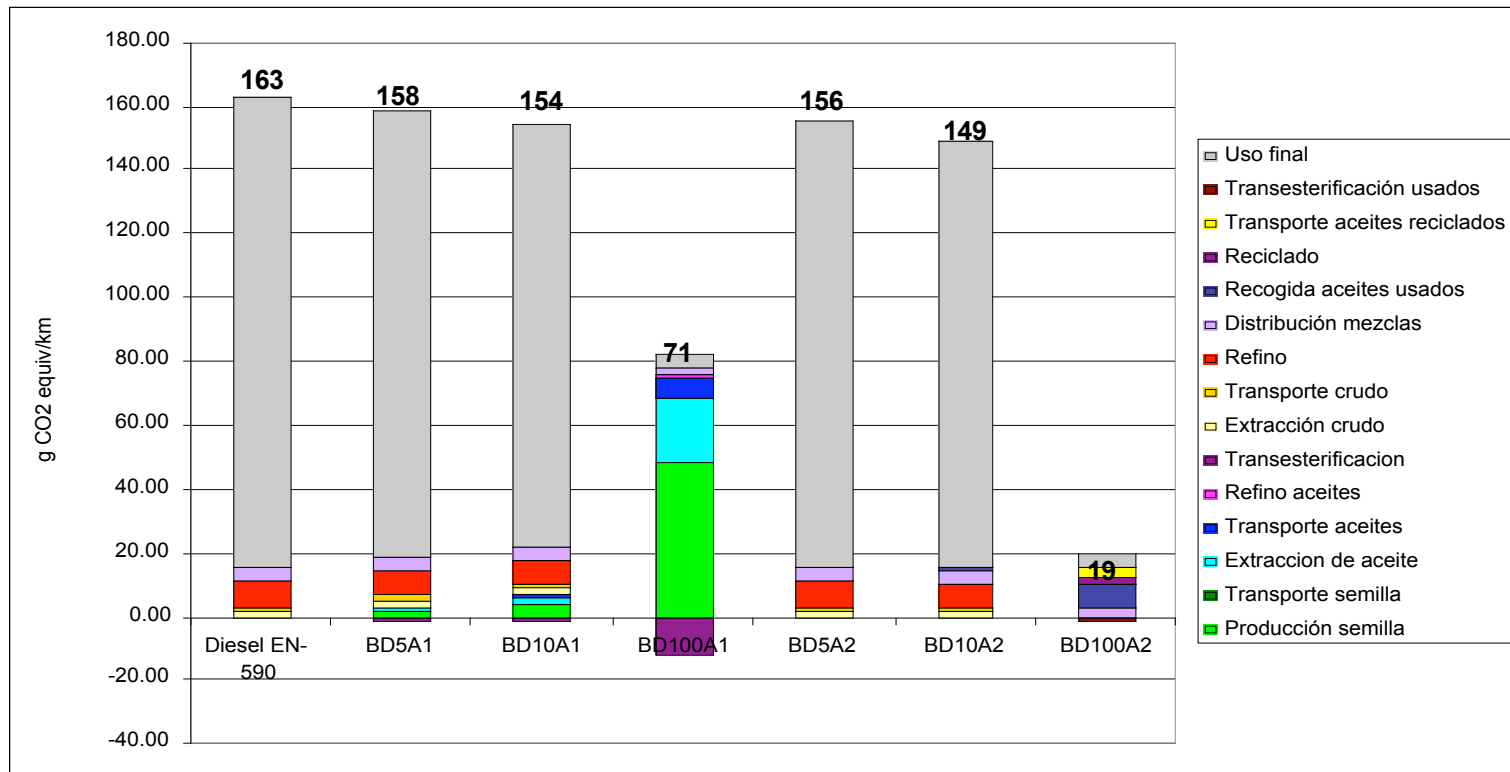
$$\text{Ratio de energía fósil} = \frac{\text{Energía contenida en el combustible (PCI)}}{\text{Energía consumida para producirlo y distribuirlo}}$$

Diésel En-590	0,968
BD5A1	1,002
BD10A1	1,038
BD100A1	3,856
BD5A2	1,014
BD10A2	1,065
BD100A2	21,861



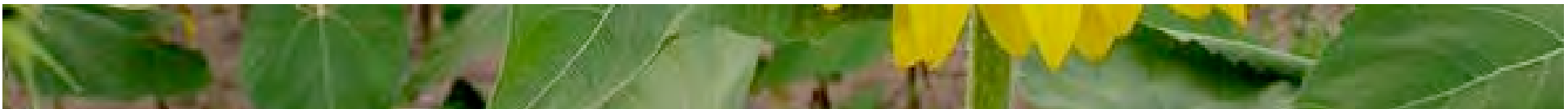
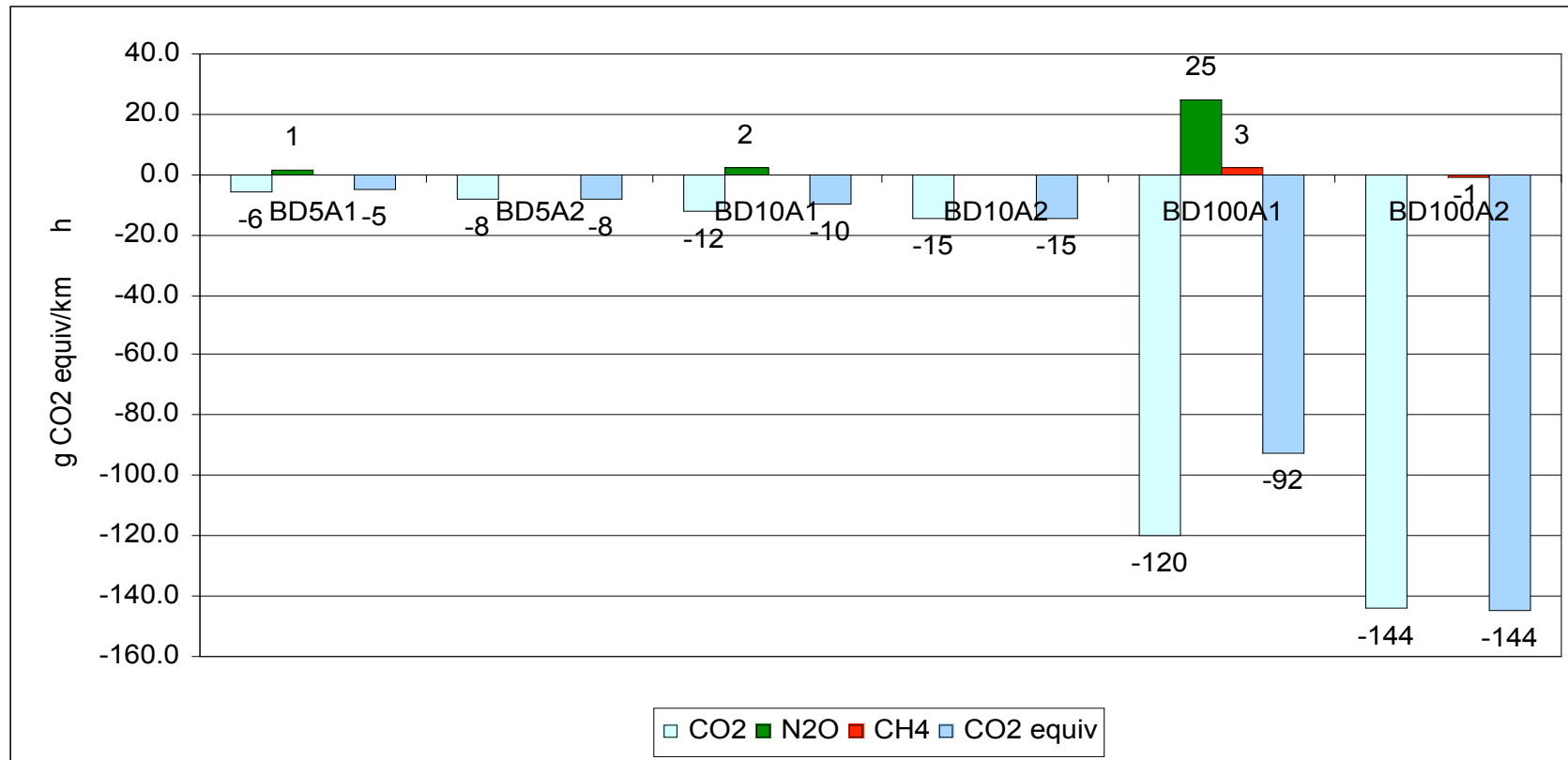


## Resultados. Emisiones de gases de efecto invernadero





## Resultados. Emisiones evitadas





## **Resultados. Análisis de sensibilidad**

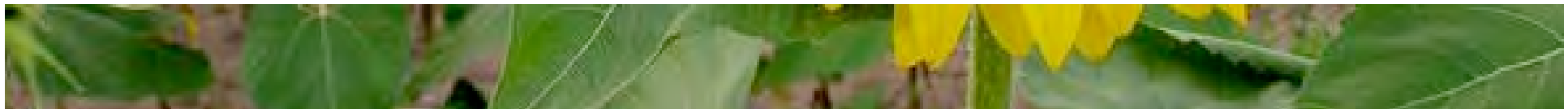
**AS1.** Origen de la semilla de colza.

**AS2.** Consumo energético del proceso de extracción de aceite.

**AS3.** Origen de los aceites para producción de biodiesel

**AS4.** Reglas de asignación entre los distintos co-productos.

**AS5.** Saturación del mercado de glicerina.

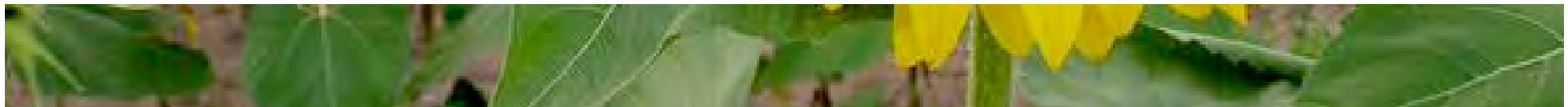




## Resultados. Análisis de sensibilidad

### Consumo de energía fósil.

- Método de asignación. Asignación por precio. ↑↑
- Saturación del mercado de glicerina. ↑↑
- Porcentaje de aceite de palma en la producción de biodiesel ↑
- Semilla de colza nacional ↑

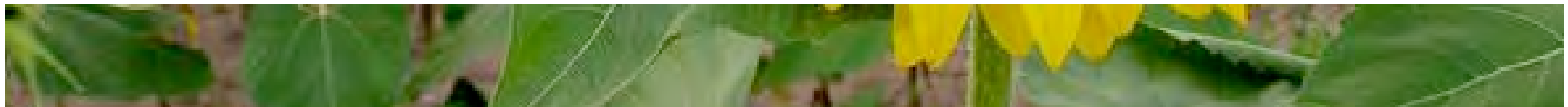




## Resultados. Análisis de sensibilidad

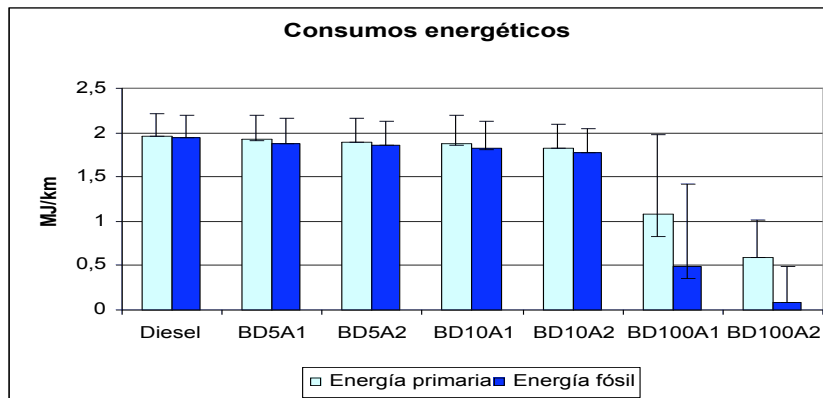
### Emisiones evitadas de gases de efecto invernadero

- Porcentaje de aceite de palma en la producción de biodiesel ↓ ↓
- Método de asignación. Asignación por precio ↓ ↓
- Saturación del mercado de glicerina ↓ ↓
- Semilla de colza nacional ↓



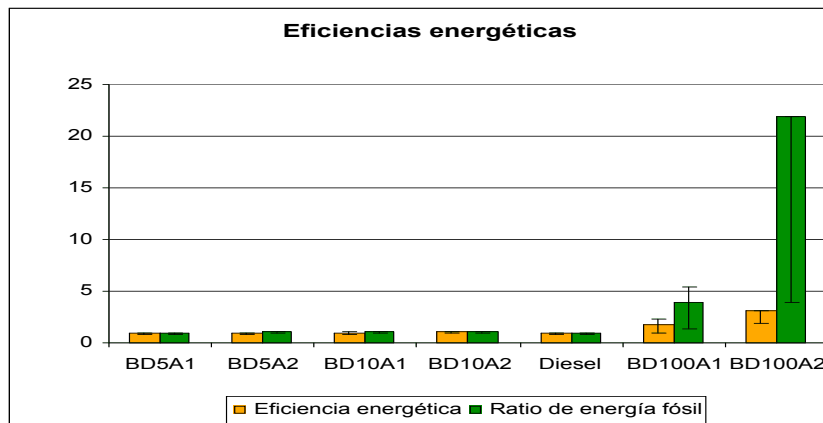


## Resultados. Rangos de variación



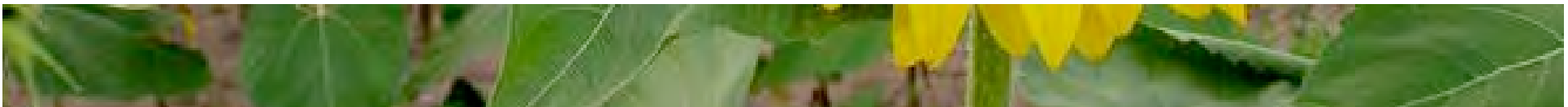
### Consumo de energía fósil

Diesel EN-590: **1,95** (1,95-2,20)  
 BD5A1: **1,88** (1,88-2,17)  
 BD10A1: **1,82** (1,87-2,13)  
 BD100A1: **0,49** (0,35-1,41)  
 BD5A2: **1,86** (1,86-2,12)  
 BD10A2: **1,77** (1,77-2,04)  
 BD100A2: **0,09** (0,09-0,49)



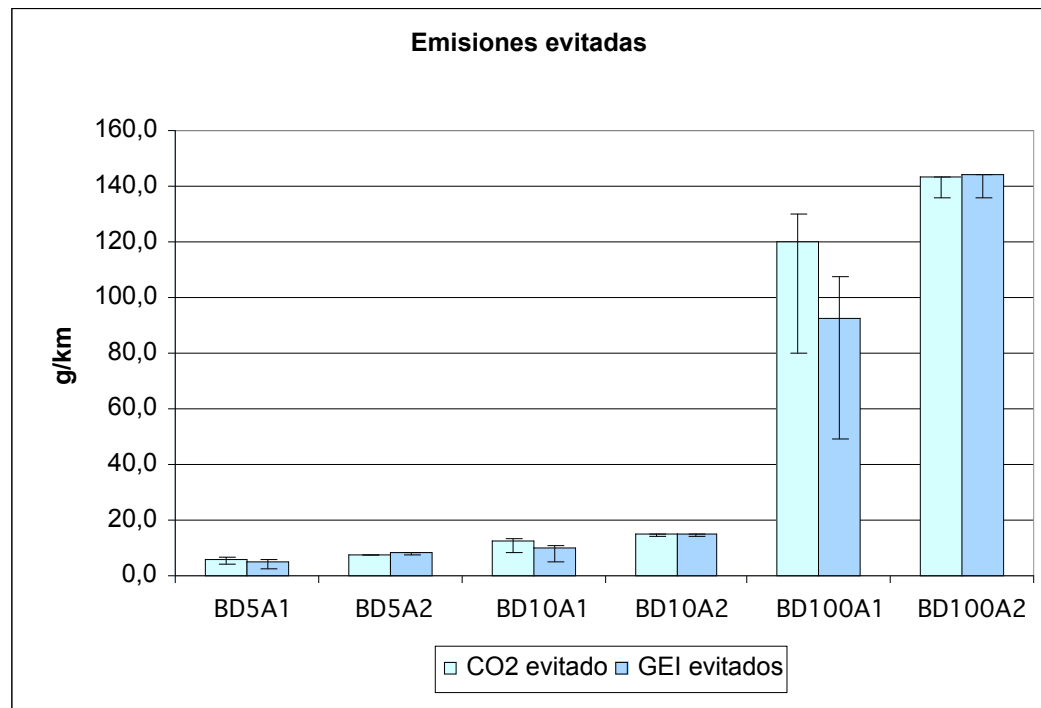
### Ratio de energía fósil

Diesel EN-590: **0,97** (0,86-0,97)  
 BD5A1: **1,00** (0,87-1,01)  
 BD10A1: **1,04** (0,88-1,05)  
 BD100A1: **3,86** (1,34-5,44)  
 BD5A2: **1,01** (0,89-1,01)  
 BD10A2: **1,06** (0,92-1,06)  
 BD100A2: **21,86** (3,86-21,86)





## Resultados. Rangos de variación



### Emisiones evitadas

#### CO2 (g/km)

BD5A1: **6** (4-7)

BD10A1: **12** (8-13)

BD100A1: **120** (80-130)

BD5A2: **8** (7-8)

BD10A2: **15** (14-15)

BD100A2: **144** (136-144)

#### GEI (g CO2 equiv/km)

BD5A1: **5** (3-6)

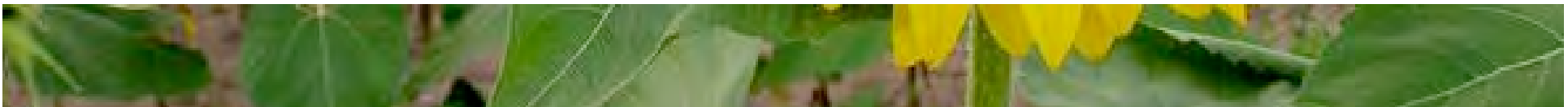
BD10A1: **10** (5-11)

BD100A1: **92** (49-107)

BD5A2: **8** (7-8)

BD10A2: **15** (14-15)

BD100A2: **144** (136-144)

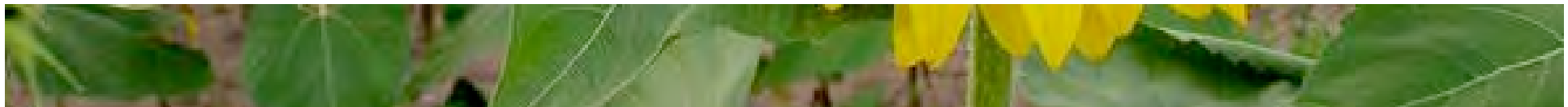




## Áreas de mejora.

### Consumos energéticos

- Instalación de sistemas de cogeneración
- Utilización de biomasa residual como fuente de energía
- Reducción del consumo de fertilizantes y número de labores en la etapa de cultivo.
- Nuevos cultivos
- Minimizar el contenido de aceite de palma
- Optimización del sistema de recogida

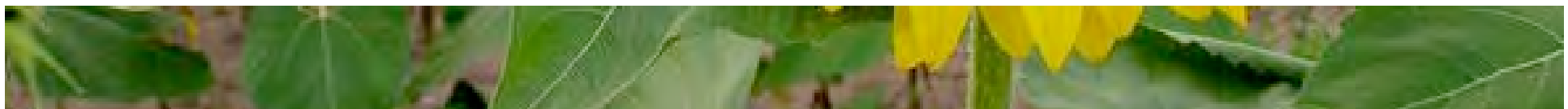




## Áreas de mejora.

### **Cambio climático**

- Instalación de sistemas de cogeneración
- Utilización de biomasa residual como fuente de energía
- Reducción del consumo de fertilizantes y número de labores en la etapa de cultivo.
- Optimizar el momento de aplicación de la fertilización nitrogenada para reducir las emisiones de óxido nitroso
- Nuevos cultivos
- Minimizar el contenido de aceite de palma
- Optimización del sistema de recogida



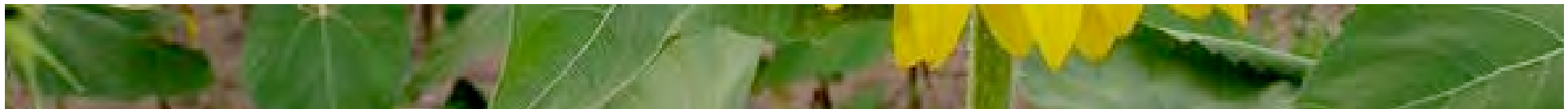


## Conclusiones

### Consumos energéticos (1/2)

El balance energético de la producción de las mezclas estudiadas es tanto mejor cuanto mayor es el contenido de biodiesel en la mezcla.

- La producción y uso de biodiesel de aceites vegetales crudos puro (**BD100A1**) permite ahorrar un **75 % de energía fósil** en comparación con la producción y uso de diesel
- La producción y uso de la mezcla de este biodiesel al 10 % (**BD10A1**) con diesel permite ahorrar un **7 % de energía fósil** en comparación con la producción y uso de diesel
- La producción y uso de la mezcla de este biodiesel al 5 % (**BD5A1**) con diesel permite ahorrar un **3 % de energía fósil** en comparación con la producción y uso de diesel

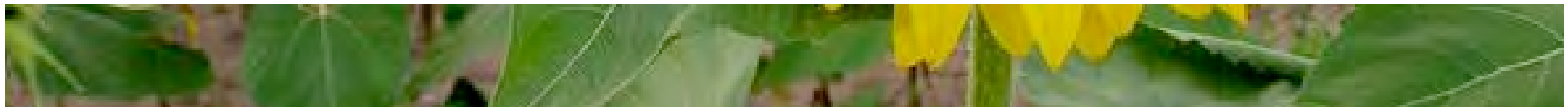




## Conclusiones

### Consumos energéticos (2/2)

- La producción y uso de biodiesel de aceites vegetales usados puro (**BD100A2**) permite ahorrar un **96 % de energía fósil** en comparación con la producción y uso de diesel
- La producción y uso de la mezcla de este biodiesel al 10 % (**BD10A2**) con diesel permite ahorrar un **9 % de energía fósil** en comparación con la producción y uso de diesel
- La producción y uso de la mezcla de este biodiesel al 5 % (**BD5A2**) con diesel permite ahorrar un **4 % de energía fósil** en comparación con la producción y uso de diesel



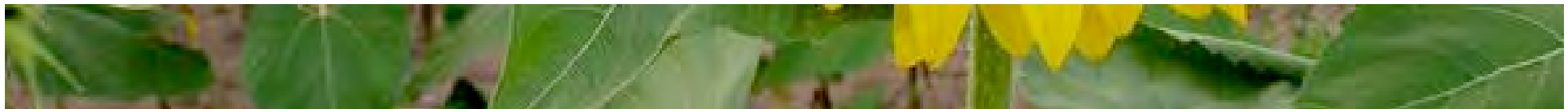


## Conclusiones

### Cambio climático (1/2)

Las emisiones de CO<sub>2</sub> y gases de efecto invernadero de la producción y uso de las mezclas estudiadas son tanto menores cuanto mayor es el contenido de biodiesel en la mezcla.

- La producción y uso de biodiesel de aceites vegetales crudos puro (**BD100A1**) permite ahorrar un **92 g de GEI** por km recorrido en comparación con la producción y uso de diesel
- La producción y uso de la mezcla de este biodiesel al 10 % (**BD10A1**) con diesel permite ahorrar un **10 g de GEI** por km recorrido en comparación con la producción y uso de diesel
- La producción y uso de la mezcla de este biodiesel al 5 % (**BD5A1**) con diesel permite ahorrar un **5 g de GEI** por km recorrido en comparación con la producción y uso de diesel

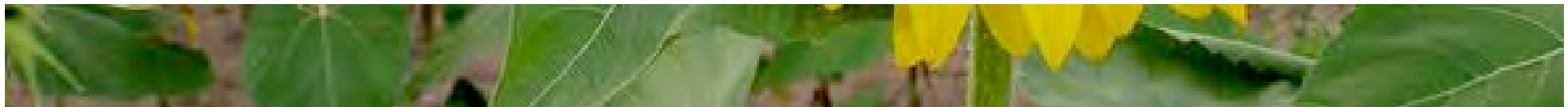




## Conclusiones

### Cambio climático (2/2)

- La producción y uso de biodiesel de aceites vegetales usados puro (**BD100A2**) permite ahorrar un **144 g de GEI** por km recorrido en comparación con la producción y uso de diesel
- La producción y uso de la mezcla de este biodiesel al 10 % (**BD10A2**) con diesel permite ahorrar un **15 g de GEI** por km recorrido en comparación con la producción y uso de diesel
- La producción y uso de la mezcla de este biodiesel al 5 % (**BD5A2**) con diesel permite ahorrar un **8 g de GEI** por km recorrido en comparación con la producción y uso de diesel





## Grupo revisor

- Ministerio de Medio Ambiente.  
Dirección General de Calidad y  
Evaluación Ambiental
- Moyresa
- Ecograss
- Bionor
- Acciona biocombustibles
- Bionet
- AOP
- Repsol YPF
- ETSIA
- ANFAC
- Ford
- Unidad de Biomasa CIEMAT

## Autores

- Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos CIEMAT

