



¿Cómo ahorrar el 20% del combustible en el tractor agrícola? Proyecto Efficient 20

Autor: Alberto López Casillas

Institución: Agencia de la Energía -Diputación de Ávila-

Resumen

El consumo de combustible representa uno de los mayores insumos en la agricultura, como consecuencia del incremento de potencia de los tractores y maquinaria y de la mayor tecnificación de la labor agrícola, suponiendo importantes cantidades de emisiones de gases de efecto invernadero. Desde el punto de vista económico, el incremento en los precios del gasoil ha hecho que el combustible sea un elemento fundamental en la cuenta de resultados de la explotación agrícola. Estos hechos justificaron la organización del proyecto EFFICIENT20, en el que participan socios de 9 países europeos con el objetivo común de reducir el consumo de energía en el tractor agrícola. Para ello, se han realizado desde el proyecto mediciones en campo del consumo de combustible en distintas labores agrícolas, para después compararlo con el consumo una vez se han mostrado a los agricultores las distintas posibilidades de ahorro existentes. En el caso concreto de España, la medida adoptada para reducir el consumo ha sido la reducción de las revoluciones en el tractor, adecuando la velocidad del motor a las necesidades de la labor, aspecto que se ha tratado con 16 agricultores en cursos de formación, asesoramiento en campo... Se han tomado datos de los 16 agricultores participantes en el proyecto en España, uniéndolas a las tomadas en el resto de países, se han recogido un total de 644 operaciones (01-07-2012) de 176 agricultores. Con esta medida se han conseguido ahorros de en torno al 8% para labores pesadas (vertedera, chisel...) y del 18% para labores ligeras (rodillo, abonado...). El resto de medidas, analizadas con resultados de ahorro en las labores en campo son reducción de la profundidad de las labores y control de la presión y tamaño de neumáticos. Todas las medidas han mostrado un interesante potencial de ahorro, por lo que la combinación de todas ellas supera con creces el 20% de reducción de consumo de combustible que se marcó como objetivo. Los resultados de ahorro de las medidas están disponibles en la base de datos del proyecto.

Palabras claves: Combustible; Tractor; Reducción; Eficiencia; Agrícola

La progresiva tecnificación de la agricultura española se ha traducido en un aumento del número de tractores en las explotaciones agrícolas, incrementando el consumo de gasoil en las mismas, ya que de media, el 65% del combustible en una explotación es consumido por el tractor¹. Además de un mayor número de tractores, la potencia de los mismos se ha visto incrementada en un porcentaje mayor que la reducción por mejora de la eficiencia de los mismos, tal y como se aprecia en el gráfico 1.

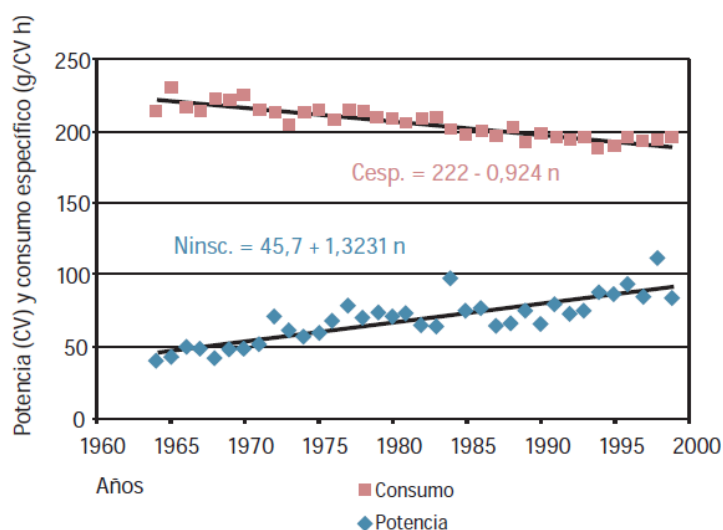


GRÁFICO 1. EVOLUCIONES HISTÓRICAS DE POTENCIA Y CONSUMO ESPECÍFICO.

(Fuente: Ahorro de combustible en el tractor agrícola)

El mayor número de tractores, y el hecho de que cada vez sean más potentes, unido al incremento de precios del gasoil, ha convertido al combustible en uno de los elementos más importantes en la estructura de costes de la explotación, por lo que han surgido soluciones para reducir su consumo, tales como el mínimo laboreo y la siembra directa, que pueden alcanzar ahorros de hasta el 35,2% y el 48,8% respectivamente², aunque con reducciones de producción y necesidad de introducir cambios en la explotación.

¹ Ahorro de Combustible en el Tractor Agrícola. IDAE

² Indicadores de Sostenibilidad de la Agricultura y Ganadería Española. Plataforma Tecnológica de la Agricultura Sostenible. Gráfico 188

No obstante, existen otras posibilidades de reducción del consumo de energía en el tractor agrícola que no llevan asociados el cambio de estructura de la explotación agrícola, sino que están relacionados con el uso que se da al tractor, valorándose el ahorro potencial en más de un 30%³, según se tengan en cuenta aspectos tales como el régimen del motor y relación de cambio; la adecuación y mantenimiento de los aperos; la reducción del patinamiento; un correcto mantenimiento del motor y aspectos relacionados con la tracción del tractor.

Esta posibilidad de reducción del consumo de combustible en el uso del tractor justificó la solicitud del proyecto europeo Efficient 20, cuyo objetivo es la reducción de un 20% del combustible en el uso del tractor agrícola, en el que participa la Diputación de Ávila, a través de la Agencia de Energía de Ávila.

EL PROYECTO EFFICIENT 20

El proyecto Efficient 20, incluido en programa Energía Inteligente para Europa, comenzó su actividad en mayo de 2010, y prevé actuaciones hasta abril de 2013 (36 meses).

El objetivo a conseguir durante esos 3 años es el de demostrar que se puede ahorrar un 20% de combustible en el uso de la maquinaria agrícola y forestal, mostrando a los agricultores las destrezas y vías para conseguirlo.

³ Ahorro de Combustible en el Tractor Agrícola. IDAE

Para ello, el proyecto cuenta con 12 socios de 9 países con perfiles distintos (Agencias de Energía, Intitutos Agrarios, Empresas del sector...), destacando los 5 miembros de la asociación europea ENTAM (Red Europea de Pruebas de Maquinaria Agraria). Los 12 socios del proyecto son:

Francia: AILE (lider del proyecto), CHB35; CEMAGREF*

Reino Unido: Ruralnet

Austria: FJ-BLT*

Bélgica: CRA-W

Eslovenia: KGZS; AIS

España: APEA

Italia: ENAMA*

Alemania: KWF*

Polonia: PIMR*

* (Miembros de ENTAM)

Para conseguir el objetivo de reducir un 20% el consumo de combustible en el sector agrícola y forestal, en sintonía con el objetivo europeo de reducir el consumo en ese porcentaje en el año 2020, se plantean distintas actuaciones a nivel general, como la realización de una base de datos a nivel europeo para demostrar la incidencia de las medidas de ahorro propuestas y la formación de agricultores para que adquieran las habilidades que les permitan aplicar las mejores medidas de ahorro de combustible.

Tanto para la recogida de datos como para la formación de agricultores, se trabaja con agricultores que forman parte de los denominados Grupos Piloto. En la provincia de Ávila se han constituido 3 grupos piloto (La Moraña, El Oso y Valle Amblés), con 5 miembros cada uno; mientras que en el total del proyecto Efficient 20, el número de agricultores incluidos en los grupos piloto es de 200.

Además de los agricultores, el proyecto prevé colaboración con agentes del sector para la promoción del mismo. En el caso de Ávila, se cuenta con la colaboración como Miembros Asociados con: ANSEMAT, CARTIF, INGASERT, ITAGRA, MULTICYCLOS, NEW HOLLAND Y la Plataforma Tecnológica de Agricultura Sostenible.

MEDICIONES EN CAMPO

La toma de datos de consumo de combustible se realiza en condiciones normales de trabajo, para lo cual se han instalado distintos equipos de medición de consumo de combustible en los tractores que no lo tenían incorporado.



El equipo elegido para instalar en los tractores de España que no incorporaban medición de consumo ha sido el Ilgenfritz IEVM250, que es compatible para los 13 tractores en los que se ha instalado. En el resto de países participantes en el proyecto, se han seleccionado equipos similares o bien medidores en tanque.

Las mediciones efectuadas en España, 185 a fecha 20 de agosto de 2012, se han completado por 8 agricultores en distintas tareas efectuadas en campo, destacando las labores de acondicionamiento de suelo (Arado de vertedera con 37 mediciones y cultivador con 97 operaciones) y de transporte (8 operaciones).

En el conjunto del proyecto se han recogido 871 mediciones en campo (a 20 de agosto de 2012) aportadas por 198 agricultores, entre las que cabe destacar las labores de acondicionamiento de suelo (197 operaciones), recolección (136 operaciones) y labores forestales (78 operaciones).

Las mediciones efectuadas pretenden cubrir una gran parte de las labores agrícolas y forestales habituales, con el fin de disponer de datos que puedan ser útiles para el mayor número de agricultores y empresas del sector forestal.

El objetivo de las mediciones no es sólo conocer el consumo de las labores agrícolas y forestales estudiadas, sino dar información del potencial de ahorro que la utilización de medidas de ahorro y eficiencia energética en el uso de la maquinaria puede tener. En este sentido, tras formar a los miembros de los grupos piloto en las actuaciones que pueden realizar para reducir el consumo de combustible, éstos realizan mediciones comparativas en el campo, comparando el consumo de la maquinaria sin aplicar las medidas y aplicándolas.

FORMACIÓN RECIBIDA

La formación recibida por los agricultores les aporta las destrezas para reducir el consumo de combustible en la maquinaria agrícola y forestal, contemplando acciones formativas teóricas y, principalmente, prácticas.

En total, a fecha 20 de agosto de 2012, se han realizado 23 sesiones de formación, en las que se ha trabajado con 291 participantes.

En la parte práctica de esas sesiones se han estudiado posibles ahorros de combustible analizando el funcionamiento del tractor, el efecto de las revoluciones del motor, el impacto de la estructura de la explotación, criterios para la selección óptima del tractor, el impacto del factor humano en el consumo y medidas específicas para el laboreo del suelo y de recogida de material forestal.

La actuación más repetida y estudiada es la del control del régimen de revoluciones del tractor, ya que es un elemento clave en el ahorro de combustible. Como muestra de las actuaciones realizadas en este sentido, en los tres cursos realizados en España se analizó de forma práctica este aspecto, comparando el consumo de combustible de un tractor con apero realizando una labor determinada antes y después de que el conductor recibiera las indicaciones de cómo se puede ahorrar combustible con el control de las revoluciones del motor.

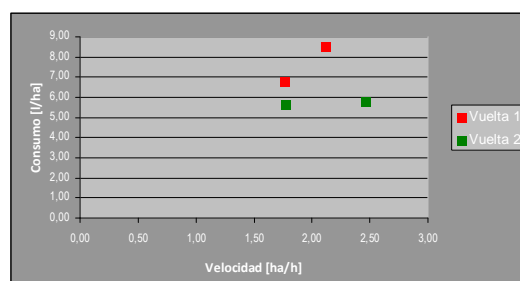
Los resultados de las tres sesiones son los siguientes:

Resultados curso 9 de mayo de 2011

Conducción de tractor T7050 (Tier3), con grada

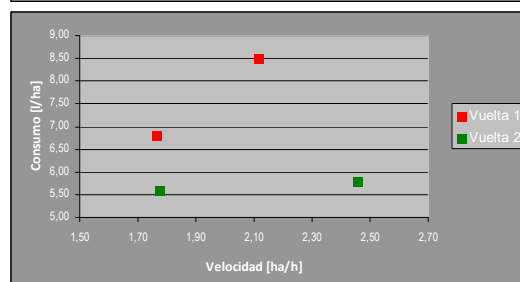
Vuelta 1 Conducción manual con la forma de conducir propia de cada agricultor

Nombre	Tiempo	Consumo de combustible	Superficie tratada	Velocidad	Consumo por ha	Consumo por hora
	[min]	[l]	[ha]	[ha/h]	[l/ha]	[l/h]
Primo	20,99	6,29	0,74	2,12	8,50	17,98
Herminio	26,52	5,30	0,78	1,76	6,80	12,00
PROMEDIO	23,75	5,80	0,76	1,94	7,65	14,99



Vuelta 2 Conducción con sistema de control de potencia

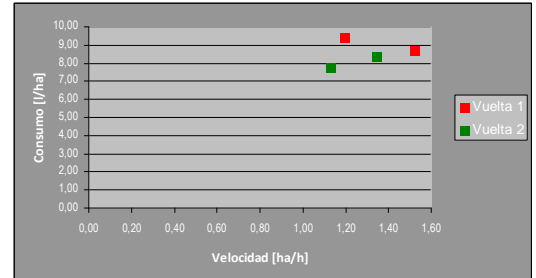
Nombre	Tiempo	Consumo de combustible	Superficie tratada	Velocidad	Consumo por ha	Consumo por hora
	[min]	[l]	[ha]	[ha/h]	[l/ha]	[l/h]
Primo	24,00	5,60	0,71	1,78	5,60	14,00
Herminio	18,07	4,28	0,74	2,46	5,78	14,20
PROMEDIO	21,04	4,94	0,73	2,12	5,69	14,10
DIFERENCIA	-11,44%	-14,81%	-4,61%	9,07%	-25,62%	-5,94%



Conducción de tractor T7210 (Tier4), con arado mezclador

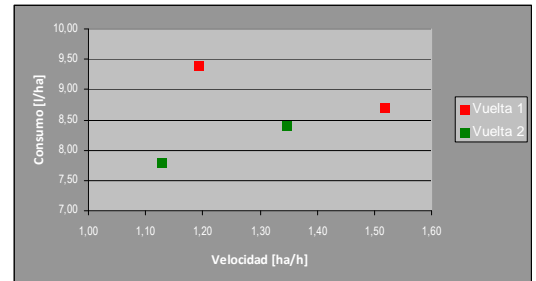
Vuelta 1 Conducción manual con la forma de conducir propia de cada agricultor

Nombre	Tiempo	Consumo de combustible	Superficie tratada	Velocidad	Consumo por ha	Consumo por hora
	[min]	[l]	[ha]	[ha/h]	[l/ha]	[l/h]
Raúl Jiménez	29,21	5,45	0,58	1,19	9,40	11,20
Emilio	14,24	3,13	0,36	1,52	8,70	13,20
PROMEDIO	21,72	4,29	0,47	1,35	9,05	12,20



Vuelta 2 Conducción con sistema de control de potencia

Nombre	Tiempo	Consumo de combustible	Superficie tratada	Velocidad	Consumo por ha	Consumo por hora
	[min]	[l]	[ha]	[ha/h]	[l/ha]	[l/h]
Raúl Jiménez	21,80	3,20	0,41	1,13	7,80	8,80
Emilio	27,65	5,21	0,62	1,35	8,40	11,30
PROMEDIO	24,73	4,20	0,52	1,24	8,10	10,05
DIFERENCIA	13,84%	-2,07%	9,57%	-8,69%	-10,50%	-17,62%

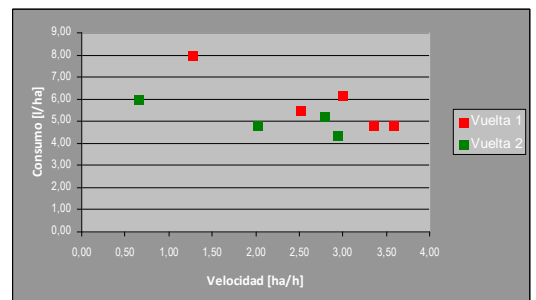


Resultados curso 14 de septiembre de 2011

Conducción de tractor T7050 (Tier3), con grada

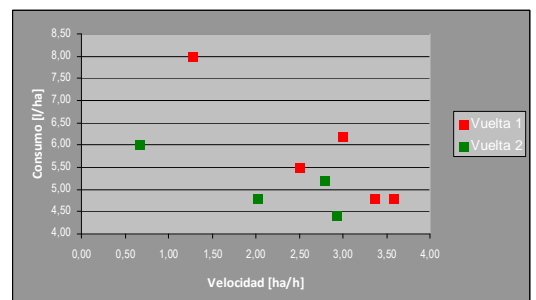
Vuelta 1 Conducción manual con la forma de conducir propia de cada agricultor

Nombre	Tiempo	Consumo de combustible	Superficie tratada	Velocidad	Consumo por ha	Consumo por hora
	[min]	[l]	[ha]	[ha/h]	[l/ha]	[l/h]
Luis Jesus	10,82	1,84	0,23	1,28	8,00	10,20
Salvador	7,65	1,76	0,32	2,51	5,50	13,80
Carmelo	6,80	2,11	0,34	3,00	6,20	18,60
Emilio	5,90	1,58	0,33	3,35	4,80	16,10
Luis	6,41	1,84	0,38	3,58	4,80	17,20
PROMEDIO	7,52	1,83	0,32	2,74	5,86	15,18



Vuelta 2 Conducción con sistema de control de potencia

Nombre	Tiempo	Consumo de combustible	Superficie tratada	Velocidad	Consumo por ha	Consumo por hora
	[min]	[l]	[ha]	[ha/h]	[l/ha]	[l/h]
Rafa el	24,53	5,60	0,27	0,66	6,00	13,70
Jose G	9,20	1,49	0,31	2,02	4,80	9,70
Jose	9,20	1,49	0,31	2,02	4,80	9,70
Luis	6,24	1,51	0,29	2,79	5,20	14,50
Carlos	7,78	1,67	0,38	2,93	4,40	12,90
PROMEDIO	11,39	2,35	0,31	2,08	5,04	12,10
DIFERENCIA	51,50%	28,76%	-2,68%	-24,04%	-13,99%	-20,29%

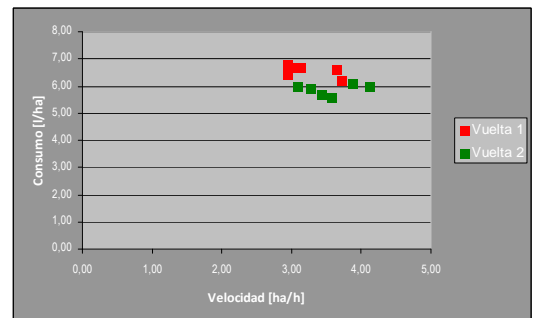


Resultados curso 15 de septiembre de 2011

Conducción de tractor T7050 (Tier3), con grada

Vuelta 1 Conducción manual con la forma de conducir propia de cada agricultor

Nombre	Tiempo	Consumo de combustible	Superficie tratada	Velocidad	Consumo por ha	Consumo por hora
	[min]	[l]	[ha]	[ha/h]	[l/ha]	[l/h]
Rafael	6,27	2,51	0,38	3,64	6,60	24,00
Jose G	7,96	2,65	0,39	2,94	6,80	20,00
Jose	8,17	2,56	0,40	2,94	6,40	18,80
Luis	5,74	2,01	0,30	3,13	6,70	21,00
Carlos	7,24	2,41	0,36	2,99	6,70	20,00
Marino	6,47	2,48	0,40	3,71	6,20	23,00
PROMEDIO	6,97	2,44	0,37	3,22	6,57	21,13



Vuelta 2 Conducción manual con el régimen de revoluciones aprendido en el curso

Nombre	Tiempo	Consumo de combustible	Superficie tratada	Velocidad	Consumo por ha	Consumo por hora
	[min]	[l]	[ha]	[ha/h]	[l/ha]	[l/h]
Rafael	6,84	2,22	0,39	3,42	5,70	19,50
Jose G	6,72	2,24	0,40	3,57	5,60	20,00
Jose	7,78	2,40	0,40	3,08	6,00	18,50
Luis	5,83	2,40	0,40	4,12	6,00	24,70
Carlos	5,74	2,26	0,37	3,87	6,10	23,60
Marino	7,34	2,36	0,40	3,27	5,90	19,30
PROMEDIO	6,71	2,31	0,39	3,56	5,88	20,93
DIFERENCIA	-3,81%	-5,07%	5,83%	10,28%	-10,41%	-0,95%

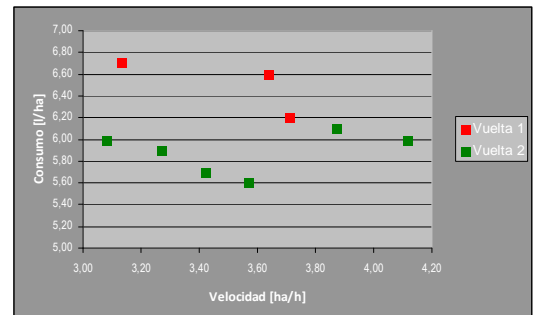


GRÁFICO 2. RESULTADOS DE MEDICIONES EN CURSOS DE ECO-CONDUCCIÓN.

(Fuente: Informe cursos eco-conducción APEA. Efficient20)

MEJORAS ANALIZADAS EN CAMPO

Las mediciones efectuadas en campo por los agricultores participantes en el proyecto son de dos tipos. Unas son mediciones de la labor normal del agricultor, en las que se miden los datos de consumo de combustible sin realizar ninguna mejora con la que poder comparar. Las segundas, son mediciones que realizan los agricultores modificando algún factor que incide en el consumo de combustible, de forma que puedan compararse con las primeras.

De este modo, se tienen mediciones de consumo de combustible sin aplicación de ninguna medida, y otros registros en los que se ha aplicado una medida individual de reducción del consumo, por lo que la reducción de consumo puede compararse, ya que en muchos casos la labor realizada en el segundo caso no modifica el resto de factores que afectan al consumo, ya que se miden con el mismo tractor, el mismo conductor, la misma parcela...

De esta forma se consigue aislar un factor de los que intervienen en el consumo de combustible y de esta forma asegurar que la comparación es efectiva.

Los factores de reducción del consumo de combustible analizados y una breve definición han sido:

- **Eco – conducción.** Consiste en la reducción del régimen de revoluciones del tractor, disminuyendo las mismas en torno a 400 revoluciones por minuto menos del régimen habitual, que suele encontrarse por encima de las revoluciones a las que se consigue la potencia máxima. Es importante porque a ambos lados del régimen de revoluciones para la potencia máxima se consigue que el tractor aporte la misma potencia pero el consumo disminuye si se trabaja con una velocidad menor (área verde del gráfico). En la siguiente gráfica se observan las áreas, alrededor del punto de máxima potencia, en las que puede conducirse el tractor.

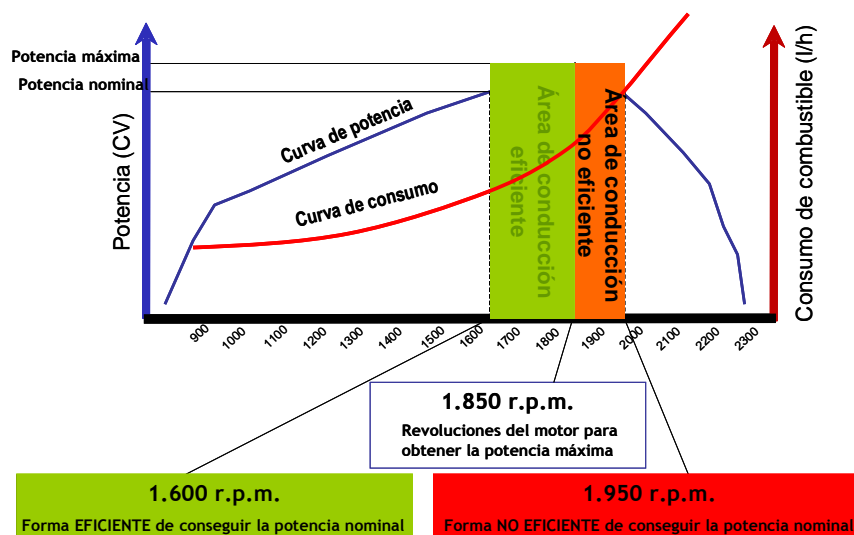


GRÁFICO 3. CURVA DE POTENCIA-CONSUMO SEGÚN VELOCIDAD DEL MOTOR.

(Fuente: Elaboración propia)

- Utilización de la toma de fuerza “eco”.** Las tomas de fuerza “ECO”, que incorporan algunos tractores, permiten conseguir las revoluciones adecuadas en el apero, reduciendo el régimen de velocidad del motor del tractor, por lo que su uso es interesante para reducir el consumo.
- Alargar las secuencias de trabajo.** Se trata de optimizar el trabajo en el campo, aumentando las horas de trabajo efectivo y reduciendo los “tiempos muertos” en la labor. Para conseguirlo se analizan aspectos como la mejor forma de trabajar la parcela, el tamaño óptimo de la parcela, la optimización de las vueltas, reducción de tiempos de mantenimiento en campo...
- Gestión de los contrapesos.** La gestión del peso en el tractor es fundamental para asegurar una correcta labor. Con esta medida se realizan actuaciones encaminadas a garantizar una gestión de pesos en el tractor adecuada, optimizada para la actuación en concreto que se esté realizando y el estado del terreno.

- **Configuración del apero.** El apero debe adaptarse a las condiciones particulares del terreno donde se esté trabajando, y no utilizarse siempre de la misma forma. Aspectos como el ángulo de ataque y la profundidad de la labor son elementos de interés para reducir el consumo de combustible.
- **Mantenimiento adecuado del tractor.** Las labores de mantenimiento del tractor permiten asegurar el correcto funcionamiento del mismo, por lo que tiene relación en el consumo de energía.
- **Gestión de neumáticos.** La correcta presión de los neumáticos, dependiendo del estado del terreno y la labor que se esté realizando es fundamental para conseguir un consumo óptimo.

RESULTADOS

- **Eco – conducción.** Este ha sido el factor de reducción de consumo más analizado, con resultados similares en todos los casos. Se han llevado a cabo estudios de reducción de la velocidad del motor en la labor de abonado, reduciendo el consumo en un 10%⁴; en el transporte, reduciendo el consumo en un 24%⁵; y ahorros entre el 10% y el 25%⁶ para labores de chisel, cultivador y rodillo.
- **Utilización de la toma de fuerza “eco”.** Se han realizado medidas en campo con un remolque mezclador accionado por una toma de fuerza convencional y una toma de fuerza “ECO”, consiguiendo ahorros del 18%⁷.

⁴ Prueba de campo realizada por FJ-BLT (Austria)

⁵ Prueba de campo realizada por AILE (Francia)

⁶ Prueba de campo realizada por APEA (España)

⁷ Prueba de campo realizada por FJ-BLT (Austria)

- Alargar las secuencias de trabajo.** El estudio realizado se basó en medir el consumo (l/ha) según el tamaño de la parcela, mostrando que aumentar la superficie de la parcela de 1 a 2 hectáreas reduce el consumo de combustible en un 9%, y pasar de 2 a 4 hectáreas lo reduce en un 3%⁸, tal y como aparece en la siguiente gráfica.

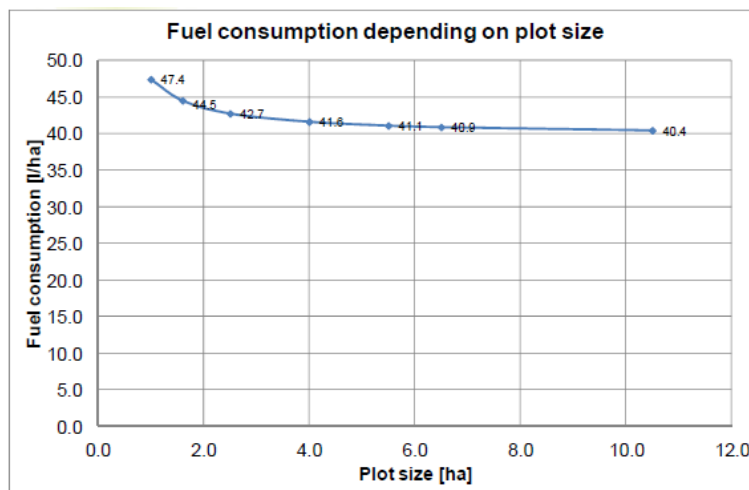


GRÁFICO 3. CONSUMO ENERGÉTICO SEGÚN TAMAÑO DE PARCELA.

(Fuente: D 3.7. First results of comparative tests run by Pilot groups Efficient20)

Otra actuación realizada en este sentido consistió en modificar la carga del remolque mezclador, para analizar la importancia de trabajar con una carga lo más grande posible. Lo que se demuestra es que a mayor capacidad del remolque, menor consumo de combustible por kg de mezcla⁹, tal y como se recoge en el siguiente gráfico.

⁸ Prueba de campo realizada por FJ-BLT (Austria)

⁹ Prueba de campo realizada por CRA-W (Bélgica)

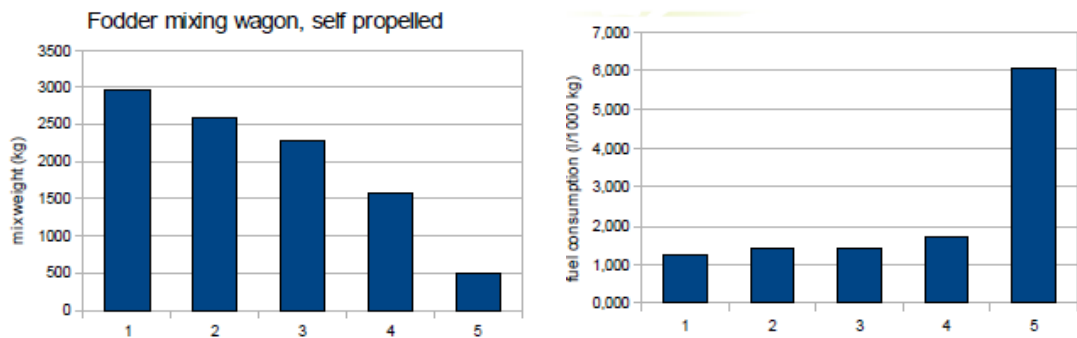


GRÁFICO 4. CONSUMO ENERGÉTICO SEGÚN CARGA DEL REMOLQUE.

(Fuente: D 3.7.First results of comparative tests run by Pilot groups Efficient20)

- Gestión de los contrapesos.** Los ahorros conseguidos por la optimización de los contrapesos son de un 10%¹⁰, tal y como aparece en la siguiente gráfica.

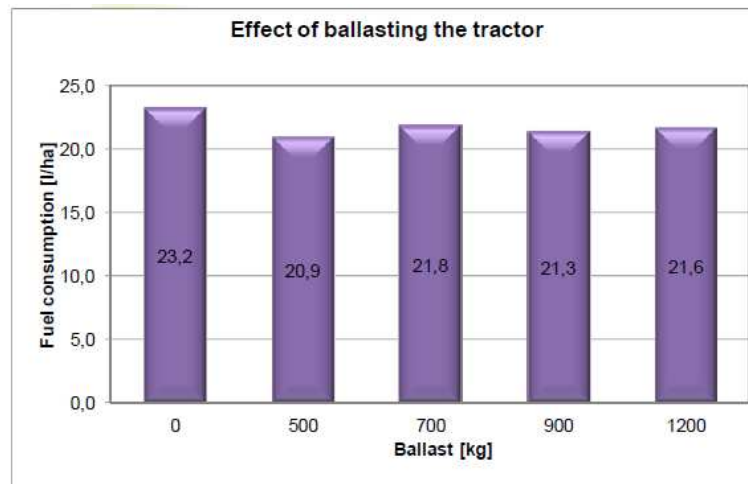


GRÁFICO 5. EFECTO DEL CONTRAPESO DEL TRACTOR.

(Fuente: D 3.7.First results of comparative tests run by Pilot groups Efficient20)

¹⁰ Prueba de campo realiza por FJ-BLT (Austria)

- **Configuración del apero.** La prueba realizada para analizar este factor fue la de reducir la profundidad de trabajo del cultivador de 16 cm a 8cm, con un ahorro del 30% en el consumo¹¹.
- **Mantenimiento adecuado del tractor.** El aspecto analizado fue el de la limpieza del radiador, consiguiendo un ahorro en combustible del 18% al pasar de un radiador tupido a uno limpio¹².
- **Gestión de neumáticos.** Las pruebas realizadas en campo tuvieron como resultado una reducción del 15% al reducir la presión de 1,3 a 1 bar en la labor de cultivador¹³ y del 17% del consumo por la gestión adecuada de la presión de los neumáticos en la labor de siembra¹⁴, tal y como aparece en el siguiente gráfico.

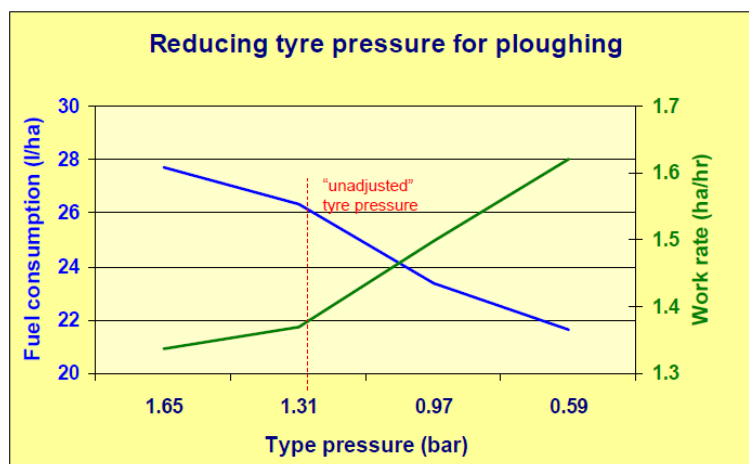


GRÁFICO 6. CONSUMO ENERGÉTICO SEGÚN REDUCCIÓN DE PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS.

(Fuente: D 3.7. First results of comparative tests run by Pilot groups Efficient20)

¹¹ Prueba de campo realizada por FJ-BLT (Austria)

¹² Prueba de campo realizada por KWF (Alemania)

¹³ Prueba de campo realizada por FJ-BLT (Austria)

¹⁴ Prueba de campo realizada por Ruralnet Future (Reino Unido)

CONCLUSIONES

El ahorro en el consumo de combustible perseguido por el proyecto Efficient20, del 20%, es posible obtenerlo sin necesidad de modificar la estructura de la explotación agrícola, ni sustituir el tractor por uno más eficiente, sino que se puede conseguir con cambios en la forma en que se trabaja en la explotación.

El aspecto más importante, por suponer un pequeño cambio en la gestión de la explotación, es la introducción de criterios de eficiencia energética en la conducción del tractor, aplicando las nociones de la conducción eficiente para lo cual es necesario reducir el régimen de revoluciones del mismo. Dependiendo de la tarea, sólo con la aplicación exhaustiva de esta medida, se podrían conseguir ahorros incluso superiores al 20% marcado como objetivo.

A parte de la conducción eficiente, el uso de tomas de fuerza “ECO”, alargar las secuencias de trabajo por aumento del tamaño de la parcela o de la cantidad de producto tratado, gestionar los contrapesos, configurar correctamente el apero, un mantenimiento adecuado del tractor y una adecuada gestión de los neumáticos aportan reducciones importantes de consumo de combustible.

Evidentemente, no en todas las explotaciones ni en todas las labores se pueden aplicar la totalidad de las medidas analizadas, pero si algunas de ellas, por lo que el ahorro conseguido por las mismas superará el 20% establecido como objetivo de reducción de consumo.

BIBLIOGRAFÍA

- APEA. “*Introducción y medidas de ahorro en tractores*” http://es.efficient20.eu/files/2011/10/APEA_IntroduccionMedidasTractores.pdf. Octubre 2011
- Efficient20. “*First results of comparative tests run by Pilot groups Efficient20*” http://www.aile.asso.fr/banc-dessai-moteur/efficient-20/delivrables-efficient-20/d3.7-first-results/at_download/file. Agosto 2012.
- IDAE. Documento nº1: “*Ahorro de Combustible en el Tractor Agrícola*” de la serie “Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura”. Abril 2005.
- IDAE. Documento nº4: “*Ahorro, Eficiencia Energética y Sistemas de Laboreo*” de la serie “Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura”. Junio 2006.
- IDAE. Documento nº12: “*Ahorro y Eficiencia Energética con Agricultura de Conservación*” de la serie “Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura”. Marzo 2009.
- Plataforma Tecnológica de Agricultura Sostenible. “*Indicadores de sostenibilidad de la agricultura y ganadería españolas, 1er informe*”. Marzo 2011.