

**MEMORIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS  
PROYECTOS DE INNOVACIÓN PARA GRUPOS DOCENTES**

**CURSO 2015/2016**

**DATOS IDENTIFICATIVOS:**

**1. Título del Proyecto**

ACTIVIDADES ACADÉMICAS DIRIGIDAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES DE LOS TRACTORES EN USO

**2. Código del Proyecto**

2015-2-5019

**3. Resumen del Proyecto**

La actividad tiene como objetivo motivar a los alumnos de las asignaturas implicadas para incrementar su tasa de rendimiento. En el proyecto se realiza una actividad práctica de ensayo en laboratorio de un tractor en uso que permite al alumno aplicar los conocimientos previos de las clases teóricas. Posteriormente, en gabinete se analizan los resultados y se extrapolan a situaciones reales donde el alumnado deberá tomar una decisión en base a la información comercial disponible. La aplicación práctica de los resultados obtenidos es comparada y analizada con soluciones comerciales para la toma de decisiones. A pesar de que la actividad no consiguió aumentar la tasa de rendimiento de la asignatura, el 75% de los alumnos que superaron la asignatura completaron con éxito la actividad, indicando que la influencia de dicha actividad en el proceso de aprendizaje del alumnado ha sido positiva.

**4. Coordinador/es del Proyecto**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
Sergio Castro García	Ingeniería Rural	144
Gregorio Lorenzo Blanco Roldán	Ingeniería Rural	144

**5. Otros Participantes**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal (1)
Juan Agüera Vega	Ingeniería Rural	144	PDI
Jesús A. Gil Ribes	Ingeniería Rural	144	PDI
Emilio Jesús González Sánchez	Ingeniería Rural	144	PDI
Antonio Miranda Fuentes	Ingeniería Rural	144	Becario FPU
Francisco José Castillo Ruiz	Ingeniería Rural	144	Becario FPU
Joaquín Jiménez Cabrera	Ingeniería Rural	144	PAS

(1) Indicar si se trata de PDI, PAS, becario/a, alumnado, personal contratado, colaborador o personal externo a la UCO

**6. Asignaturas implicadas**

Nombre de la asignatura	Titulación/es
Motores y máquinas	Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

# MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

## 1. Introducción.

El proceso de aprendizaje requiere de la reflexión y la aplicación del conocimiento adquirido por el alumno a lo largo de las asignaturas de la titulación. Este proceso es necesario para alcanzar y consolidar las competencias propias de las titulaciones de Grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural. En este sentido, la parte experimental o práctica de algunas asignaturas pueden proporcionar al alumno la oportunidad de explorar la demanda y características del mercado laboral, a través de una formación sólida que incluya conocimientos prácticos y aplicables a situaciones reales.

Para ello, el Área de conocimiento de Ingeniería Agroforestal está comprometida con la mejora de la calidad educativa basada en las metodologías activas centradas en el alumnado a través de actividades académicamente dirigidas. Estas actividades tienen como objetivo principal la aplicación del conocimiento teórico a la práctica mediante la realización de ejercicios y actividades prácticas. Además, se contribuye a mantener un Grupo Docente activo e innovador con las enseñanzas en las asignaturas del área, capaz de difundir los resultados de las nuevas experiencias educativas llevadas a cabo.

Aumentar el autoaprendizaje entre el alumnado mediante la búsqueda, selección e interpretación de información en los medios de búsqueda de información y bases de datos específicas es un aspecto fundamental para el proceso formativo. La adquisición de la competencia de “acceso y uso de la información” es de gran importancia en la preparación de los futuros profesionales, y dota al alumnado de la capacidad para enfrentarse a una gran diversidad de problemas en el ámbito profesional. Por último, el plurilingüismo es identificado como una competencia esencial para el desempeño de la actividad de un titulado superior. En este sentido, el fomento del conocimiento de otras lenguas se puede potenciar mediante la búsqueda de información en fuentes y bases de datos en otro idioma diferente de la lengua materna del alumnado.

Las prácticas planificadas en las asignaturas de segundo curso de la citada titulación permiten al alumno realizar una primera toma de contacto con la maquinaria y la mecanización agrícola. Sin embargo, la comprensión de los conceptos descritos en estas prácticas tiene gran importancia para el desarrollo, participación, y adquisición de conocimientos de los alumnos en este campo. Actualmente, en las asignaturas de segundo curso del área de conocimiento se realiza una práctica sobre la determinación de las propiedades de los motores de los tractores en uso, que de una forma colaborativa desarrolla el profesor junto con los alumnos. La realización de esta práctica en las primeras semanas del curso desempeña un papel de hilo conductor en el proceso de aprendizaje: ofrece al alumno una visión general del contenido y del objetivo de la asignatura, le permite identificar los conceptos teóricos que se desarrollarán a lo largo del curso y lo motiva para la participación en la asignatura. La evaluación realizada de los resultados obtenidos en convocatorias y proyectos de innovación docentes anteriores han identificado la importancia de la participación y motivación del alumno para el aprovechamiento y éxito en las asignaturas de segundo curso. El presente proyecto de innovación docente propone avanzar en la aplicación de este conocimiento adquirido, con una mayor actividad, implicación y autonomía del alumnado en el desarrollo de los contenidos prácticos de la asignatura.

## 2. Objetivos.

El presente proyecto de innovación docente tiene como objetivo principal el aumento del porcentaje de alumnos que superan la asignatura y un mayor afianzamiento de las competencias adquiridas. Los objetivos específicos del proyecto de innovación docente son:

- Mejora de la implicación del alumnado en las asignaturas a través de una experiencia práctica, realizando un ensayo y discusión de resultados de un tractor en uso.
- Mejora de la aplicación práctica del conocimiento teórico adquirido por los alumnos, con el consiguiente aumento del interés, seguimiento y mejora del aprendizaje en las asignaturas.
- Dirigir la actividad no presencial del alumnado.
- Apoyar el acceso y uso de la información por parte del alumnado, así como el uso de tecnologías de la información y la comunicación. Al mismo tiempo, se fomentará el

plurilingüismo mediante el acceso a información y bases de datos en otros idiomas.

- Potenciar el intercambio y difusión de prácticas docentes innovadoras entre el personal del Grupo Docente, con otros grupos docentes, y con otras universidades.

### **3. Descripción de la experiencia.**

Actualmente, en la realización de la práctica sobre la determinación de las propiedades de los motores de los tractores en uso han detectado una serie de deficiencias en el seguimiento de la práctica por parte del alumnado, y una falta de comprensión de los conceptos y de la aplicación de los mismos a situaciones reales. Por este motivo, se ha realizado el presente proyecto de innovación docente. La experiencia ha consistido en según las siguientes actividades:

1. Planteamiento de un problema cercano a una situación real que requiere de la actuación de un técnico competente. Para ello, se realiza la determinación de las prestaciones de un tractor en uso disponible en la Finca de Rabanales.
2. El profesor aporta al alumno datos complementarios sobre el comportamiento del tractor en carga parcial, resultado de los ensayos de los diferentes grupos de prácticas. Posteriormente, los alumnos completan la información para disponer de las curvas características del motor (par, potencia, consumo horario y específico) e isolíneas en carga parcial.
3. El alumno realiza el cálculo y representación gráfica de las curvas de par, potencia y consumo del motor ensayado. Como novedad, se proporcionan varios supuestos prácticos diferentes para cada grupo de alumnos, proporcionando datos del par y potencia requeridos para la ejecución de una labor agrícola. Los alumnos identifican en que parte de la curva de par y potencia se sitúa el tractor realizando la labor indicada. Este supuesto se realiza en el tiempo no presencial de la asignatura, sobre una memoria de la práctica que los alumnos deben entregar vía tarea en el espacio virtual de la asignatura (Moodle).
4. Posteriormente al ensayo, los alumnos realizaron una búsqueda de información empleando tecnologías de la comunicación y la información. En esta búsqueda el alumno selecciona uno o varios tractores capaces de realizar la labor o labores agrícolas propuestas en el supuesto práctico con la mayor eficiencia posible. Para ello emplean la información proporcionada por las marcas de tractores, u otra información encontrada en otras bases de datos.
5. La realización de la práctica requiere de una búsqueda de información sobre motores y vehículos agrícolas motorizados relacionados con el motor ensayado, en ocasiones en bases de datos en una lengua extranjera, para fomentar el plurilingüismo entre el alumnado.
6. Por último, se ha realizado un seguimiento del desarrollo del proyecto de innovación docente, monitorizando el número de alumnos que superan la práctica con éxito, y midiendo las competencias adquiridas por los alumnos. También se determina el número de alumnos que superan la asignatura, y estos parámetros se compararán con los resultados obtenidos otros años para evaluar la adecuación del proyecto de innovación docente a los objetivos propuestos.

La metodología a emplear tiene una fuerte componente participativa del alumnado, tanto durante la realización de la práctica en horario lectivo, como la dedicación de tiempo necesaria fuera del aula. Este requisito se plantea debido a la importante carga de trabajo fuera del aula que demandan las titulaciones dentro del Espacio Europeo de Educación Superior.

### **4. Materiales y métodos.**

La actividad realizada ha consistido en determinar las prestaciones reales del motor de un tractor agrícola en uso. Los alumnos han realizado la experiencia en grupo recudido, con un total de 6 grupos. Para ello, se ha empleado un freno dinamométrico electrónico a través de la medida en la toma de fuerza de los parámetros: revoluciones, par y potencia. El consumo de combustible del motor se determinará por la lectura de un medidor de consumo instalado en el tractor.

La instrumentación empleada fue:

- Tractor, de tracción simple o doble, en uso en la Finca de Rabanales. El tractor tiene instalado un medidor de consumo por pulsos (Figura 1).
- Freno dinamométrico electrónico (Froment, xt 330) (Figura 2)
- Programa informático para el control del par resistente aplicado y para la adquisición de los datos proporcionados por el freno (Figura 3).
- Osciloscopio para la medida del caudal de combustible en el motor del tractor. Cada pulso indica 1 ml de combustible consumido.



Figura 1. Tractor agrícola en ensayo y alumnos en grupo reducido durante la actividad.



Figura 2. Freno dinamométrico electrónico (Froment, xt 330) y sistema de toma de datos

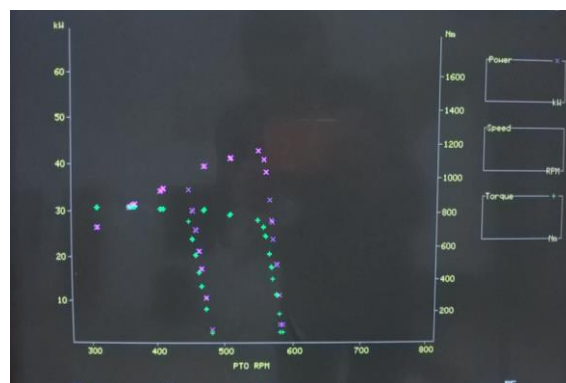


Figura 3. Adquisición de datos de las prestaciones del tractor

El objetivo de la práctica es obtener las curvas características del motor y parte de su comportamiento en carga parcial. Para ello, el ensayo consiste en situar el motor del tractor en un nivel de revoluciones conocido y aplicar un par resistente de forma creciente en la toma de fuerza. Para cada nivel de revoluciones ensayado se toma aproximadamente de 10 a 15 medias medidas. Los datos a registrar son el consumo instantáneo del motor, Par (Nm) y revoluciones de la toma de fuerza del tractor. Se han ensayado los niveles de revoluciones: 2124 rev/min del motor (correspondiente con 540 rev/min de la toma de fuerza) y 1600 rev/min del motor. En el ensayo se considera la relación de transmisión entre el motor y la toma de fuerza ( $i=2124/540=3.93$ ), tanto para las revoluciones como para el par.

Además, no se consideran las pérdidas en transmisiones mecánicas producidas entre el motor y la toma de fuerza.

Una vez realizado el ensayo con una duración de 1 hora, el alumno trabaja en casa para realizar los cálculos necesarios y acceder a la información para representar gráficamente los datos obtenidos en el ensayo referidas a los valores del motor del tractor, identificar las partes de las curvas de alimentación máxima y de carga parcial, determinar la potencia nominal, régimen de giro nominal, par máximo, revoluciones de par máximo y reserva de par y estimar el mínimo consumo específico del motor en plena carga y el máximo valor de rendimiento económico del motor. Además, se le propone al alumno que resuelva y justifique con los datos obtenidos, las condiciones de accionamiento de una motobomba para un sistema de riego por aspersión a través de la toma de fuerza con una velocidad de giro de 450 rev/min proporcionando un caudal de 12 l/s a una presión de 8 kg/cm<sup>2</sup> y un rendimiento de la bomba del 70%.

Una vez procesada la información, el alumno consulta las bases de datos de fabricantes de tractores en las especificaciones técnicas de los tractores para hacer una propuesta de al menos dos tractores comerciales de diferente fabricante (Marca, serie y modelo) aportando las fichas técnicas descargadas desde la web del fabricante (pdf) con prestaciones un 55 % superior en potencia nominal del tractor ensayado. Para ambas propuestas, se pide que comparen y discutan las características técnicas de ambos motores y sus prestaciones

## 5. Resultados obtenidos.

La actividad desarrollada fue realizada por todos los alumnos de la asignatura en grupos reducidos lo que permitió que todos ellos participaran de la actividad. Los resultados de la asignatura en primeras convocatorias de años anteriores se muestran en la Tabla 1. En los tres años anteriores, la participación en la asignatura fue elevada (cercana al 75%), sin embargo, el porcentaje de alumnos que superaron la asignatura fue muy reducido, comprendido entre valores del 23.3 al 31.6%. En el curso 2015/16 la asignatura se desarrolló en el primer cuatrimestre y los alumnos pudieron examinarse en la convocatoria de Enero y en la convocatoria de Febrero de 2016. Ambas convocatorias estuvieron separadas por apenas 3 semanas y fueron muchos los alumnos que se presentaron a ambas convocatorias.

Tabla 1. Resultados de la asignatura en primera convocatoria en años anteriores y en el curso actual 2015/16

Curso	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	
				Enero	Febrero
Matriculados	86	117	116	104	87
Presentados (%)	76.7	76.1	75.0	61.5	47.1
Superan (%)	23.3	31.6	25.0	26.6	19.5

En el curso 2015/16 con el desarrollo de la actividad no puede indicarse que aumentase el porcentaje de alumnos que superaron la asignatura, ya que los valores obtenidos han estado dentro de los resultados de años anteriores. Por tanto, el objetivo principal de la actividad docente no se ha alcanzado con la realización de la actividad. Sin embargo, los alumnos que consiguieron superar la asignatura y a la vez realizaron con éxito la actividad fue un 76.5% en la convocatoria de Enero y en un 75% en la convocatoria de Febrero. Estos altos porcentajes de alumnos que superaron la asignatura y completaron la actividad parece indicar que alcanzaron los objetivos específicos de la actividad, por medio de la aplicación práctica del conocimiento teórico adquirido.

## 6. Utilidad.

La experiencia en la actividad ha resultado muy positiva y se incluye, aunque de forma más simplificada, en la guía docente de la asignatura para los próximos cursos. La actividad ha servido para fortalecer el interés de los alumnos que siguen la asignatura con más dedicación. Sin embargo,

parece haber tenido menor calado en aquellos alumnos que siguen la asignatura con menor dedicación e interés.

#### **7. Observaciones y comentarios.**

La actividad desarrollada ha suscitado el interés de una parte de los alumnos. Quizás la realización de la actividad en un curso superior, con un grupo de alumnos más reducido y con intereses más definidos, hubiese podido alcanzar mejor resultado al realizar la aplicación práctica e implicación con el sector comercial.

#### **8. Bibliografía.**

ARNAL, P.V. y A. LAGUNA. 1989. Tractores y motores agrícolas. Mundi-Prensa. Madrid.  
ASABE technical Library. Engine & Tractor Power, 4th Edition.  
GRACIA LÓPEZ, C. 1982. El tractor agrícola. E.T.S.I.A. Valencia.  
LILJEDAHL, J.B. y otros. 1984. Tractores, diseño y funcionamiento. Limusa. Méjico.  
ORTIZ-CAÑAVATE J. 2005. Tractores. Técnica y seguridad. Mundi-Prensa.

#### **9. Mecanismos de difusión**

La difusión de la actividad se ha realizado por medio del aula virtual de la asignatura en Moodle.

#### **10. Relación de evidencias que se anexan a la memoria**

Se anexa la Memoria de la actividad de Ensayo al freno

**Lugar y fecha de la redacción de esta memoria**

Córdoba, a 7 de septiembre de 2016

**Sra. Vicerrectora de Estudios de Postgrado y Formación Continua**

## ANEXO A LA MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

### PRÁCTICA DE MOTORES Y MÁQUINAS AGRÍCOLAS 2º Curso ENSAYO AL FRENO DE UN TRACTOR AGRÍCOLA

La práctica de laboratorio consiste en determinar las prestaciones reales del motor de un tractor agrícola en uso. El ensayo del motor se realizará empleando un freno dinamométrico electrónico a través de la medida en la toma de fuerza de los parámetros: **revoluciones, par y potencia**. El consumo de combustible del motor se determinará por la lectura de un medidor de consumo instalado en el tractor.

Instrumentación empleada:

- Tractor, de tracción simple o doble, en uso en la Finca de Rabanales. El tractor tiene instalado un medidor de consumo por pulsos.
- Freno dinamométrico electrónico (Froment, xt 330)
- Programa informático para el control del par resistente aplicado y para la adquisición de los datos proporcionados por el freno.
- Osciloscopio para la medida del caudal de combustible en el motor del tractor. Cada pulso indica 1 ml de combustible consumido. Se determinará el valor de frecuencia (Hz) de la señal de consumo (ml/s).

Realización de la práctica:

En primer lugar, se realizará una descripción del tractor y del freno empleado en el ensayo. Se identificará los parámetros a medir para determinar las prestaciones del motor al ser ensayado por la toma de fuerza del tractor.

El objetivo de la práctica es obtener las curvas características del motor y parte de su comportamiento en carga parcial. Para ello, el ensayo consistirá en situar el motor del tractor en un nivel de revoluciones conocido y aplicar un par resistente de forma creciente en la toma de fuerza. Para cada nivel de revoluciones ensayados se tomarán aproximadamente de 10 a 15 medias medidas: Los datos a registrar serán Consumo instantáneo del motor, Par (Nm) y revoluciones de la toma de fuerza del tractor.

Los niveles de revoluciones ensayados en el motor serán los siguientes:

- Altas revoluciones: 2124 rev/min del motor (correspondiente con 540 rev/min de la toma de fuerza)
- Medias revoluciones

**ATENCIÓN:** en el ensayo se determina los parámetros referidos a valores en **la toma de fuerza del tractor**, sin embargo el alumno deberá expresar los resultados de par y revoluciones respecto a los valores del **motor**. Se deberá considerar la relación de transmisión entre el motor y la toma de fuerza ( $i=2124/540=3.93$ ), tanto para las revoluciones como para el par. No se considerarán las pérdidas en transmisiones mecánicas producidas entre el motor y la toma de fuerza.

**Se pide:**

1. Representar gráficamente los datos obtenidos en el ensayo referidas a los **valores del motor** del tractor: Par (N.m), Potencia (kW), Consumo horario (l/h) y Consumo específico (g/kW h).
2. Identificar las partes de las curvas de alimentación máxima y de carga parcial.
3. Determinar la potencia nominal, régimen de giro nominal, par máximo, revoluciones de par máximo y reserva de par. Estimar el mínimo consumo específico del motor en plena carga y el máximo valor de rendimiento económico del motor.
4. Si el tractor acciona una motobomba para un sistema de riego por aspersión a través de la toma de fuerza con una velocidad de giro de 450 rev/min proporcionando un caudal de 12 l/s a una presión de 8 kg/cm<sup>2</sup> y un rendimiento de la bomba del 70%. Estimar la reserva de potencia disponible en el motor y el consumo horario.
5. Hacer una propuesta de al menos dos tractores comerciales de diferente fabricante (Marca, serie y modelo) aportando las fichas técnicas descargadas desde la web del fabricante (pdf) con prestaciones un 55 % superior en potencia nominal del tractor ensayado. Para ambas propuestas, comparar y discutir las características técnicas de ambos motores y sus prestaciones.

Estadillos para la toma de datos:

Valores medidos en la toma de fuerza del tractor con Motor a rev/min			
Punto	n (rev/min)	M (Nm)	Hz
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Valores medidos en la toma de fuerza del tractor con Motor a rev/min			
Punto	n (rev/min)	M (Nm)	Hz
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			



