

# agro *técnica*

Cuadernos de Agronomía y Tecnología

## ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO

# JOHN DEERE

# 6115 D

PROF. LUIS MÁRQUEZ  
Dr. Ing. Agrónomo





Hemos podido probar en campo el modelo intermedio de la Serie, el 6115, con 118 CV (87 kW) de potencia según la Directiva 97/68/CE, con diferentes tipos de aperos. Además, este tractor ha sido ensayado según el Código OCDE 2, en el laboratorio de Nebraska (ensayo nº 2/2552), por lo que se utilizan los resultados de estos ensayos para completar la información obtenida en el campo.

Antes de presentar los resultados de las pruebas, conviene analizar las características de todos los modelos que componen la Serie 6D, así como su posicionamiento en el mercado.

El mercado mundial de tractores ha evolucionado de forma significativa. Cuando parecía que las grandes potencias y la sofisticación iban a dominar todos los mercados, se ha visto que la demanda, y el negocio, está en el segmento de tractores sencillos pero fiables, diseñados con tecnología moderna para que cumplan lo que se exige en normativa de ergonomía y protección ambiental, pero sin incorporar componentes costosos que habitualmente no utilizan los usuarios.

Esto ha llevado a los grandes grupos industriales a desarrollar fábricas especializadas para estos tractores, cuyos productos se venden en todos los continentes, con series de fabricación que superan lo que durante años ha sido habitual en el mercado de tractores agrícolas.

Este es el caso de la Serie 6D de John Deere, que incluye tres modelos con potencias entre 99 y 130 CV, en los que se ha cuidado de forma especial la ergonomía del puesto de conducción en un tractor sencillo y fiable, optimizado para poder trabajar con el cargador frontal que demandan mucho usuarios.

### Características y diferenciación de la Serie 6D

Como características generales de los 3 modelos que componen la serie están los motores de 4 cilindros, John Deere Power Tech E, con 4.5 litros de cilindrada, Fase IIIA, en un tractor con 2.31 m de distancia entre ejes.

El modelo JD 6115 D, que ocupa la posición intermedia de la Serie, con sus 4 260 kg de masa en vacío, ocupa el nivel más alto de los tractores que para las estadísticas se consideran de tamaño Mediano-MM, o también el nivel inferior de los considerados estadísticamente como Grandes-GG. En este segmento se encuentran alrededor del 40% del mercado español de tractores, por lo que es muy competido entre marcas, y una oportunidad para los modelos sencillos, con buenas prestaciones, ya que cubren las necesidades de una gran mayoría de los usuarios a un coste reducido.

Las características técnicas más importantes para los tres modelos que componen la serie son las que se presentan en los Cuadros 1 y 2:

CUADRO 1.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MOTORES

Tractor	6100 D	6115 D	6130 D
Tipo motor	John Deere Power Tech E, 4 cilindros con 4.5 litros		
Nivel de emisiones	Fase IIIA	Fase IIIA	Fase IIIA
Potencia máxima:			
97/68/CE	73 kW (99 CV)	87 kW (118 CV)	95 kW (130 CV)
ECE R24	71 kW (95 CV)	84 kW (112 CV)	92 kW (123 CV)
Par máximo	393 Nm	469 Nm	515 Nm
Reserva de par	25%	29%	30%
Tanque combustible	158 L	158 L	158 L

CUADRO 2.- CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSMISIÓN, EL SISTEMA HIDRÁULICO Y EL ENGANCHE TRIPUNTAL

	6100 D	6115 D	6130 D
<b>Tipo</b>	9/9 PowrReverser con embrague en baño de aceite		
<b>Toma de fuerza</b>	540/1 000 rev/min (eje reversible) embrague en seco reforzado		
<b>Sistema hidráulico y enganche tripuntal</b>	Centro abierto, caudal de 66 L/min (elevador y servicios externos); presión de 195 bar; 2 tomas dobles para servicios externos Enganche de Categoría II		

En todos los casos se utiliza dos válvulas por cilindro y sistema de inyección common rail HPCR. El ventilador dispone de accionamiento viscoso variable, y el filtro de aire es del tipo *PowerCore*.

La conexión de la tracción delantera, la de la toma de fuerza y el bloqueo del diferencial son de accionamiento mecánico. Los frenos son hidráulicos e inmersos en baño de aceite.

### ■ Toma de contacto

Para identificar el tractor dentro de su segmento de mercado se puede partir de la información comercial disponible y de su informe de homologación de Tipo CE, cuya referencia siempre se encuentra en la placa de identificación situada en el tractor y la documentación técnica aportada por la empresa.

En dicha placa aparece la denominación del producto:

- Tipo: **P001 EEC NO.e1\*2003/37\*0404**
- Identificación: **NO. \*1P06115DJAE800001\***

Además, la placa de homologación del tractor hace referencia a los pesos máximos autorizados en el tractor y para el remolque:

<b>Masa máxima</b>	Total	4 480 a 8 000 kg
	Delantera	1 700 a 3 000 kg
	Trasera	2 780 a 5 000 kg
<b>Remolque</b>	Máximo (frenos de asistencia hidráulica o neumática)	32 000 kg

Esta serie de tractores ha sido especialmente diseñada para agricultores que también son ganaderos, y que necesitan la utilización de un cargador frontal y máquinas accionadas por la toma de fuer-



**Esta serie de tractores ha sido especialmente diseñada para agricultores que también son ganaderos, y para olivicultores que necesitan un modelo con inversor**

za, para agricultores con explotaciones de media dimensión en agricultura extensiva, y para olivicultores que necesitan un tractor con inversor.

A partir de la información técnica disponible, que incluye la homologación de tipo CE y el Boletín de Ensayo OCDE realizado por el Laboratorio de Nebraska, en la primera parte de este informe se realiza un análisis de las especificaciones técnicas del tractor, que se complementa con el ensayo realizado en campo el pasado 21 de marzo de 2011.

## PARTE I.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



La apertura del capó permite un acceso cómodo al motor.

### Motor

El tractor JD 6115 D monta el motor John Deere PowerTech E, con límites de emisiones Tier III, Fase 3A, de cuatro cilindros y 4.5 litros de cilindra. Utiliza dos válvulas por cilindro y sistema de inyección common rail (HPCR). La potencia nominal según 97/68 EC es de 87 kW, equivalente a 118 CV. En la segunda parte de este informe se presentan las curvas características del motor medidas en la toma de fuerza y los consumos específicos en los '6 puntos' de funcionamiento conforme a lo establecido por el Código OCDE. El rango de régimen de funcionamiento se mantiene entre 900 y 2 200 rev/min, con régimen nominal de 2 100 rev/min, y régimen de potencia máxima de 2 066 rev/min.

Detalle del motor con el filtro de aire PowerCore, el ventilador y la batería. En la parte derecha se aprecia el doble filtro de combustible.



El sistema de inyección common rail está controlado por la ECU que permite ajustar el régimen de funcionamiento a la carga con frecuencia de 100 veces por segundo. Regula el número de in-

yecciones por ciclo, el nivel de presión del combustible, el inicio de la inyección y la duración de la misma. Se ajusta a la temperatura ambiente y al descenso de la presión atmosférica cuando se trabaja en climas de altura. Incluye turbocompresor con refrigeración aire-aire (*intercooler*).

La velocidad del ventilador se regula electrónicamente para permitir que el motor alcance la temperatura de régimen después del arranque. Si la temperatura ambiente se mantiene por debajo de cero grados su régimen de funcionamiento es de 1 000 rev/min, aumentando hasta 1 900 rev/min cuando la temperatura del combustible supera los 31°C.

El filtro del aire es del tipo *PowerCore* con canalizaciones en espiral que retiene el 93% de las partículas antes de su llegada al filtro primario, lo que permite reducir su dimensión en un 30% respecto a los filtros de aire normales con igual capacidad. Por su posición y diseño es de fácil mantenimiento y limpieza

Utiliza un doble filtro de combustible/separador de agua, el primero de ellos con de 50 micrometros de malla seguido de otro de 5, lo que garantiza la limpieza del combustible que llega al sistema de inyección. Permite una inspección visual del estado de limpieza del filtro y la limpieza se puede realizar sin necesidad de herramientas. Puede trabajar con mezclas de biodiésel hasta del 20% (B20)

La situación del motor en el tractor es muy accesible por la forma de apertura del capó, con amortiguación hidráulica. El escape es vertical y está situado en el lado derecho del tractor. La batería, de 12 voltios, se sitúa, junto al filtro del aire, en la parte frontal del capó delante del motor.

### Transmisión

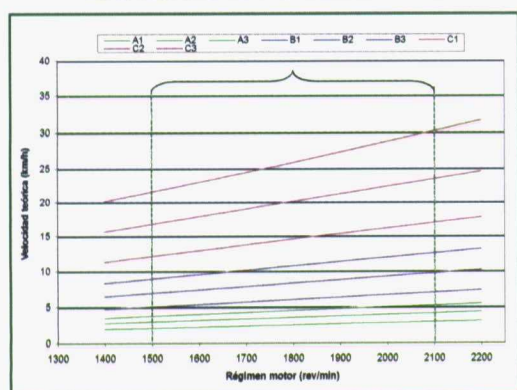
La transmisión PowrReverser™, con 9 relaciones hacia delante y otras 9 hacia atrás, se controla con dos palancas y el inversor situado en el lado izquierdo del volante. La palanca de las gamas, situada en el lado izquierdo del puesto de conducción, permite elegir tres relaciones, mientras que la de velocidades, situada a la derecha, selecciona tres velocidades, que están sincronizadas.

El escalonamiento mantiene siempre una relación alta/baja entre 1.29 y 1.40, por lo que no hay duplicación de relaciones, lo que indica un buen escalonamiento, adaptándose cada relación a un rango de velocidades. En el grupo B se alcanzan velocidades entre 5.1 (a 1 500 rev/min) y 12.6 km/h (a 2 100 rev/min - régimen nominal) por lo que es el que puede utilizarse en la mayoría de las operaciones de campo.

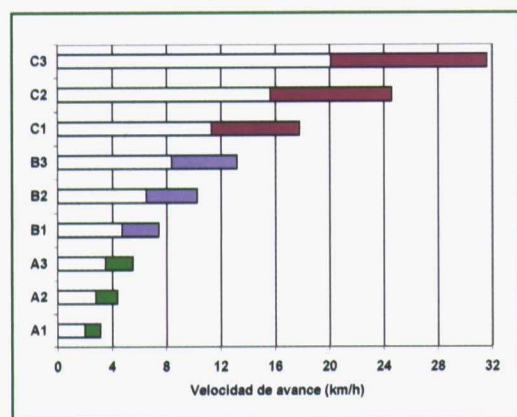
CUADRO 3.- VELOCIDADES DE AVANCE TEÓRICAS CON NEUMÁTICOS TRASEROS 18.4-38

Grupo	Régimen	A (cortas)			B (medias)			C (largas)		
Marcha	(rev/min)	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Adelante (km/h)	1500	2.1	3.0	3.8	5.1	7.0	9.0	12.1	16.8	21.6
	2100	3.0	4.2	5.3	7.1	9.8	12.6	17.0	23.5	30.2
Escalón alta/baja			1.40	1.26	1.34	1.38	1.29	1.35	1.38	1.29
Atrás (km/h)	1500	2.2	3.1	3.9	5.2	7.2	9.3	12.6	17.4	22.3
	2100	3.1	4.3	5.5	7.3	10.1	13.0	17.6	24.3	31.2

### ESCALONAMIENTO DEL CAMBIO



### VELOCIDAD TEÓRICA PARA EL RANGO 1 400-2 200 rev/min



Se utilizan frenos en baño de aceite, con accionamiento mecánico, y las reducciones finales son por sistema planetario. La toma de fuerza es 540 y 1 000 rev/min, obtenida mediante el cambio de posición el eje de salida. El régimen nominal de 1 000 rev/min de la toma de fuerza se obtiene a 2 066 rev/min del motor. La conexión/desconexión de la toma de fuerza se realiza con mediante embrague mecánico controlado con una palanca situada en el lado izquierdo del puesto de conducción, junto a la palanca de gamas.

El eje delantero motor es del tipo reforzado, para que el tractor, pueda utilizarse sin problemas con cargador frontal, y permite un ajuste de vía

entre 1 516 y 2 016 mm. Las articulaciones de las ruedas delanteras están inclinadas 12° con respecto a la vertical y su ángulo de giro es de 52°, lo que permite reducir el radio de giro.

El eje trasero dispone de bloqueo mecánico de diferencial, con desbloqueo automático por accionamiento de los frenos o cuando las ruedas traseras trabajan equilibradas.

Se dispone como equipo de serie la toma hidráulica normalizada para freno de remolque.

### Sistema hidráulico y enganches

El enganche tripuntal es de Categoría 2 (ISO 720), y está integrado en el cuerpo de la transmisión. La elevación de los brazos inferiores se consigue mediante un cilindro interno. El control de tracción es mecánico y dispone de ajuste de la sensibilidad. Incluye asimismo el control de posición y mixto para poder trabajar con diferentes aperos en suelos ondulados y de resistencia variable.

El sistema hidráulico es de centro abierto, con tres bombas de engranajes accionadas directamente por el motor. Una de ellas, con un caudal de 23.6 L/min, actúa sobre la dirección hidráulica. La segunda, de 26.3 L/min, se utiliza en la lubricación y demás mecanismos de la transmisión.

La tercera bomba, con un caudal de 66.4 L/min, es la que alimenta el cilindro elevador del enganche tripuntal y los servicios exter-



Enganche y toma de fuerza.



Vista general desde el asiento del conductor.

nos. Dispone de tomas hidráulicas dobles, y distribuidores controlados mediante palancas situadas a la derecha del conductor.

Junto con el enganche tripuntal se suministra una barra de tracción homologada CE.

### ■ Puesto de conducción

Dispone de una cabina amplia, que permite gran visibilidad en todas direcciones, y diseñada para poder trabar con pala frontal. El puesto de conducción es muy amplio y sencillo sobre una plataforma horizontal. El acceso se puede realizar por ambos lados de la cabina y dispone de asideros y guardabarros protectores.



Amarres para el cargador frontal con apoyo en el eje trasero y conexión rápida de hidráulicos.

Los controles, como embragues, frenos de servicio, acelerador de mano y de pie, cumplen la normativa en cuanto a posición y características que establece la homologación CE.

Ofrece una información completa con indicador de régimen del motor analógico y cuenta horas en la posición central y de temperatura en el circuito de refrigeración y del nivel de depósito a uno y a otro lado del tablero principal. Esto se complementa con indicadores luminosos con símbolos normalizados según la normativa de homologación CE.

El asiento es del tipo neumático, homologado CE, es regulable en posición y con cinturón de seguridad incorporado.

### El amarre del cargador frontal al tractor se realiza sobre soportes situados a ambos lados en el cuerpo central

Se ofrece como opción un cargador frontal JD 6000-4/SDII, especialmente diseñado para este tipo de tractores. El amarre del cargador frontal al tractor se realiza sobre soportes situados a ambos lados en el cuerpo central, lo que facilita el acoplamiento y desacoplamiento del mismo. Este soporte está reforzado con apoyos que lo unen al cuerpo del tractor y al eje trasero. Las conexiones hidráulicas de la pala frontal se realizan mediante una toma rápida.

El nivel de ruidos en las orejas del conductor, realizado de acuerdo con la Directiva 2009/63EC, según se indica en el documento de homologación oficial, es de 84 dB(A), para el ensayo realizado sobre el tractor con cabina según el Anexo VI.

## Neumáticos y lastre

El tractor viene equipado de serie neumáticos radiales 380/85 R24 en el eje delantero y 460/85 R38 en el trasero. Los neumáticos utilizados deberán de soportar, a la presión de inflado correspondiente a los trabajos de campo, un 30% más de la masa de referencia del tractor, de los cuales el 80% estaría sobre el eje trasero y un 50 % en el delantero.

La masa del tractor en vacío es de 4259; como equipo utilizado en las pruebas de campo se utilizan 2 contrapesos de 55 kg para las ruedas del eje trasero y 8 contrapesos de 47 kg con un soporte de 84 kg en el frontal del tractor. Esto hace que la masa total del modelo ensayado sea de 4 829 kg.

Considerando la potencia máxima de 110 CV, para trabajar a 6.5 km/h se necesitaría una masa total del tractor de 5140 kg (Cuadro 4). En consecuencia, no resulta necesario llenar los neumáticos traseros con agua, ya que el lastre metálico que ofrece el fabricante se considera suficiente.

Tomando como masa de referencia 6 000 kg, las cargas que tendrían que soportar las ruedas serían:

Masa (kg)	6 000	eje	rueda
Delantero (kg)	50	3 000	1 500
Trasero (kg)	80	4 800	2 400

Para la masa máxima admitida de 8 000 kg (homologación de tipo CE), las cargas que tendrían que soportar las ruedas serían de:

Masa (kg)	8 000	eje	rueda
Delantero (kg)	50	4 000	2 000
Trasero (kg)	80	6 400	3 200



CUADRO 4.- PESO RECOMENDADO (kg)

Potencia (CV)	Velocidad teórica de avance (km/h)		
	4.5 km/h	6.5 km/h	8.5 km/h
80	5 400	3 738	2 859
90	6 075	4 206	3 216
100	6 750	4 673	3 574
110	7 425	5 140	3 931
120	8 100	5 608	4 288
130	8 775	6 075	4 646

**Condiciones:**

- Rendimiento en la transmisión = 0.87
- Coeficiente de tracción (rastrojo) = 0.6

Para los neumáticos radiales con las dimensiones indicadas, las cargas máximas admisibles son las del Cuadro 5.

Lo que indica que dispone de neumáticos bien dimensionados, que permiten trabajar con baja presión de inflado para reducir la compactación del suelo, y admiten sin problemas la masa máxima establecida en la homologación del tractor.

CUADRO 5.- CAPACIDAD DE CARGA DE LOS NEUMÁTICOS EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN DE INFLADO

Neumáticos delanteros (14.9 R24 - 380/85 R24)		
Velocidad	Presión	
30 km/h	10 km/h	bar
1 180	1 500	0.6
1 310	1 670	0.8
1 440	1 830	1.0
1 570	1 990	1.2
1 690	2 150	1.4
1 820	2 310	1.6

Circunferencia de rodadura = 3 730 mm

Neumáticos traseros (18.4 R38 - 460/85 R38)		
Velocidad	Presión	
30 km/h	10 km/h	bar
2 090	2 660	0.6
2 310	2 940	0.8
2 540	3 220	1.0
2 760	3 510	1.2
2 990	3 790	1.4
3 210	4 070	1.6

Circunferencia de rodadura = 4 995 mm

## PARTE II.- ENSAYO EN LABORATORIO Y CAMPO



fuerza, de la geometría del enganche tripuntal, del sistema hidráulico, de los frenos y de los neumáticos. Asimismo se identifica la estructura de protección frente al vuelco, el asiento del conductor y lo que se relaciona con los sistemas de alumbrado y señalización.

Seguidamente se establecen las especificaciones de la unidad sometida a ensayo, especialmente lo relativo a masas y presiones de inflado de los neumáticos, que condicionan las prestaciones del tractor en los ensayos de tracción.

Para el tractor ensayado en el laboratorio, las masas de referencia fueron las siguientes:

### Resultados de los ensayos realizados según el Código 2 de la OCDE

El ensayo realizado en un laboratorio oficial aplicando el Código 2 de la OCDE permite conocer de forma exhaustiva las prestaciones de un tractor agrícola, ya que incluye al menos un ensayo completo del tractor a la toma de fuerza y el de su elevador hidráulico, así como pruebas complementarias de tracción sobre la pista de hormigón.

Son pocos los modelos sobre los que se realizan estos ensayos, ya que no son obligatorios, pero en países como Alemania o USA se hacen sistemáticamente, ya que así lo demandan los agricultores.

En el caso del tractor John Deere 6115 D el ensayo según el Código OCDE se ha realizado en el laboratorio de Nebraska, y ha sido aprobado por la OCDE con el n° 2/2552 en marzo de 2010. Las pruebas se realizaron en Nebraska en el periodo de marzo a junio de 2009.

Utilizando lo que ofrece el Boletín de Ensayo se puede sintetizar una información práctica con las prestaciones que ofrece el tractor, más útil para los usuarios que la que se consigue con pruebas de campo, ya que los resultados obtenidos son directamente comparables con los que ofrecen otros modelos, cualquiera que sea el país en el que se realizan.

El Boletín de Ensayo OCDE incluye, en primer lugar, una información completa de las especificaciones del tractor, que se inicia con la forma de 'identificación' (número de serie de fabricación) y la caracterización del motor con todos sus componentes, de la transmisión, incluida la toma de

	Lastrado		Sin lastrar	
	Con conductor	Sin conductor	Con conductor	Sin conductor
	kg	kg	kg	kg
<b>Delantera</b>	2 762	2 737	1 587	1 562
<b>Trasera</b>	2 837	2 787	2 647	2 597
<b>Total</b>	5 599	5 524	4 234	4 159

Los neumáticos utilizados en el modelo ensayado fueron:

	Ruedas delanteras	Ruedas traseras
<b>Dimensiones</b>	13.6-24	18.4-34
<b>Tipo</b>	Diagonal 8 ply	Diagonal 8 ply
<b>Carga máxima admitida</b>	13.70 kN	22.60 kN
<b>Radio dinámico (índice)</b>	560	770

Es habitual en los modelos que se comercializan en el área americana la utilización de neumáticos del tipo convencional (diagonal). Estos tractores, cuando se comercializan en Europa, se equipan con neumáticos radiales, que ofrecen mejores prestaciones y pueden trabajar con menor presión de inflado para reducir las compactación del suelo.

Las características indicadas en relación con los pesos y dimensiones de los neumáticos correspondientes al tractor ensayado solo afectan a las prestaciones en los ensayos de tracción en pista de hormigón, y no tienen influencia sobre las del tractor en la toma de fuerza o en su sistema hidráulico.

### Ensayo del tractor en la toma de fuerza principal

El conjunto de resultados obtenidos indiferentes puntos de funcionamiento del motor permiten representar las curvas características de los mo-

**CUADRO 6.- PRESTACIONES DEL TRACTOR EN LA TOMA DE FUERZA PRINCIPAL (RESUMEN)**

Fecha del ensayo: 15 de junio de 2009							
Localización: Nebraska Tractor Test Laboratory							
Tipo de freno dinamométrico: Eaton							
Potencia kW	Velocidad			Consumo de combustible			Energía específica kWh/dm <sup>3</sup>
	Motor	TDF rev/min	Ventilador	horario kg/h	específico dm <sup>3</sup> /h g/kWh		
<b>Máxima potencia</b>							
Ensayo de una hora							
74.10	2 066	1 000	1 880	20.09	23.75	271	3.12
Ensayo a régimen nominal del motor							
73.86	2 100	1 017	1 887	20.31	24.02	275	3.08
Ensayo a la régimen normalizado de la toma de fuerza (1000±25)							
74.10	2 066	1 000	1 880	20.09	23.75	271	3.12
<b>Ensayos cargas parciales (al régimen nominal del motor )</b>							
(1) Par correspondiente a máxima potencia con régimen nominal							
73.86	2 100	1 017	1 887	20.31	24.02	275	3.08
(2) 85% del par obtenido en (1)							
63.90	2 135	1 034	1 906	18.45	21.81	289	2.93
(3) 75% del par obtenido en (2)							
48.18	2 148	1 040	1 852	15.65	18.51	325	2.60
(4) 50% del par obtenido en (2)							
32.54	2 172	1 052	1 842	11.94	14.12	367	2.03
(5) 25% del par obtenido en (2)							
16.47	2 193	1 062	1 831	8.22	9.72	499	1.69
(6) sin carga							
2.55	2 200	1 065	1 952	5.15	6.09	2 021	3.12
Máxima régimen del motor sin carga:				2 200	rev/min		
Par equivalente del motor a régimen nominal:				336	Nm		
Par equivalente del motor en el ensayo de 1 hora:				343	Nm		
Par equivalente máximo:				427	Nm		
al régimen de:				1 400	rev/min		
(Nota: el par equivalente se refiere al calculado para el motor a partir del medido en la TDF)							
<b>Condiciones atmosféricas medias</b>				Temperatura:	27	°C	
				Presión atmosférica:	97.3	kPa	
				Humedad relativa del aire:	56	%	

tores: potencia, par equivalente en el motor, consumo horario y específico en función del régimen del motor y consumo específico en función de la potencia, así como los valores obtenidos a cargas variables por acción del regulador.)

En el Cuadro 6 y en la Figura 1 se presentan los resultados (traducidos) obtenidos en el ensayo, y la representación gráfica de las curvas características para el tractor John Deere 6115 D.

Recientemente se ha introducido en el ensayo a la toma de fuerza una prueba que permite conocer el consumo de combustible a cargas parciales con régimen del motor reducido (conocido como

en ensayo en 6 puntos de referencia) que suministran una información muy útil para el usuario (Cuadro 7).

Los resultados obtenidos para el JD 6115 D se indican en el Cuadro 8.

Estos valores son una referencia real para el usuario, ya que le proporcionan la información sobre el consumo de combustible en diferentes condiciones de carga. Así mismo, cuando controla el consumo real después de un determinado trabajo agrícola, puede conocer el grado de carga medio con el que ha estado trabajando el tractor.

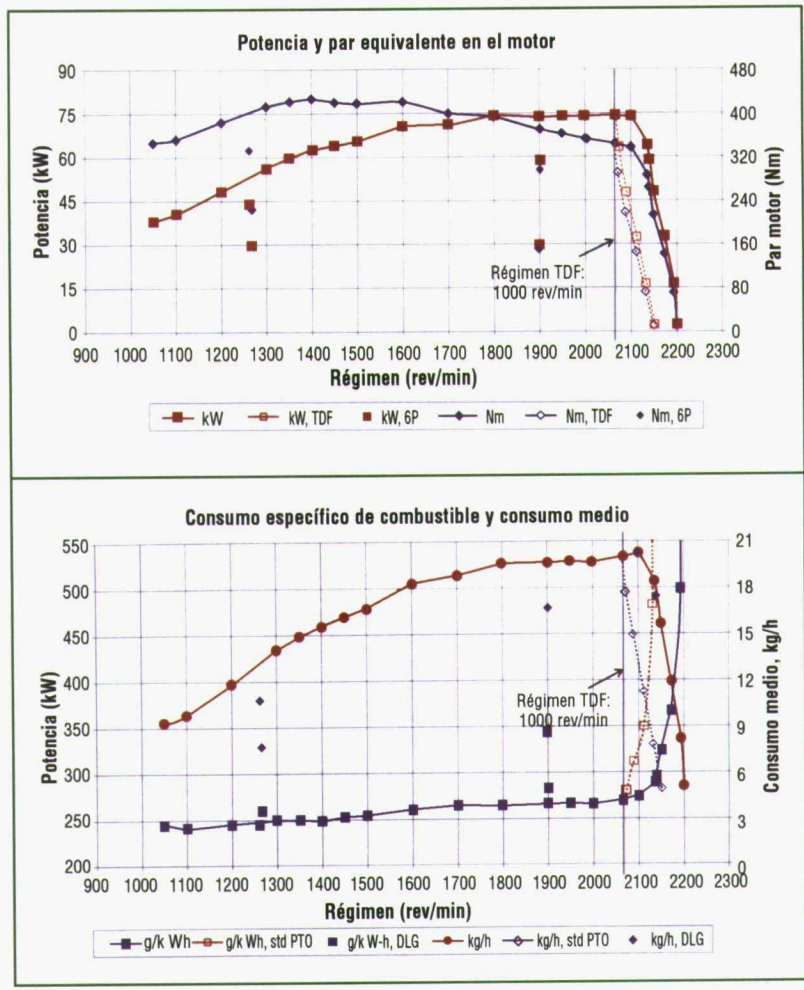




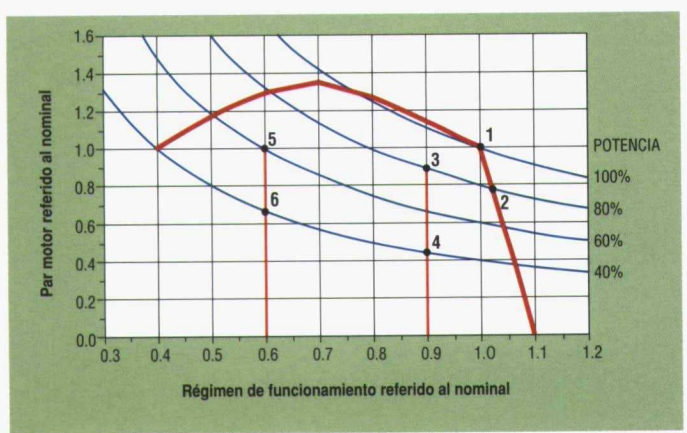
**JOHN DEERE**  
**6115 D**



FIGURA 1.- CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR OBTENIDAS EN LA TOMA DE FUERZA (TRACTOR JD 6115 D)



CUADRO 7.- REFERENCIA PARA EL ENSAYO EN LOS '6 PUNTOS' DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR



Punto (1)	Velocidad nominal del motor en el ensayo a la toma de fuerza principal
Punto (2)	Potencia elevada a velocidad máxima. Trabajo de tracción pesado
Punto (3)	Potencia elevada al 90% de la velocidad. Trabajo pesado de tracción o a la toma de fuerza
Punto (4)	Potencia baja al 90% de la velocidad. Trabajo ligero de tracción o a la toma de fuerza
Punto (5)	Potencia elevada al 60% de la velocidad. Trabajo pesado de tracción o a la toma de fuerza, tanto en las velocidades 'económicas' de esta, como al régimen 'automático' del motor para conseguir mínimo consumo de combustible
Punto (6)	Potencia baja al 60% de la velocidad. Trabajo ligero de tracción a la toma de fuerza con bajas velocidades del motor

CUADRO 8 - RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A CARGAS PARCIALES  
(CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE)

Fecha del ensayo: 15 de junio de 2009							
Localización: Nebraska Tractor Test Laboratory							
Tipo de freno dinámico: Eaton							
Potencia kW	Velocidad			Consumo de combustible			Energía específica kWh/dm <sup>3</sup>
	Motor	TDF	Ventilador	horario	específico		
	rev/min			kg/h	dm <sup>3</sup> /h	g/kWh	
<b>Ensayos cargas parciales a diferentes regímenes de funcionamiento del motor</b>							
<b>(1) potencia máxima al régimen nominal del motor</b>							
73.86	2 100	1 017	1 887	20.31	24.02	275	3.08
<b>(2) 80% de la potencia obtenida en (1) a régimen máximo</b>							
59.01	2 138	1 035	1 871	17.47	20.66	296	2.86
<b>(3) 80% de la potencia obtenida en (1) al 90% del régimen nominal del motor</b>							
58.94	1 901	920	1 739	16.71	19.76	283	2.98
<b>(4) 40% de la potencia obtenida en (1) al 90% del régimen nominal del motor</b>							
29.95	1 898	919	1 704	10.34	12.22	345	2.45
<b>(5) 60% de la potencia obtenida en (1) al 60% del régimen nominal del motor</b>							
43.95	1 261	611	1 495	10.81	12.78	246	3.44
<b>(6) 40% de la potencia obtenida en (1) al 60% del régimen nominal del motor</b>							
29.83	1 267	613	1 504	7.77	9.19	261	3.25

Para el tractor John Deere 6115 D, el consumo específico medio para los seis puntos sería de 284 g/kWh, equivalente a 209 g/CVh, que indica un consumo bajo para la categoría de tractores de menos de 130 CV. El consumo medio en litros/hora sería de 16.4, que puede tomarse como referencia para el tractor polivalente utilizado a lo largo del año en las diferentes operaciones agrícolas. Para el tractor utilizado al 60% de su potencia y al 60% del régimen nominal el consumo sería de 12.8 L/h.

**El consumo específico medio para los seis puntos sería de 284 g/kWh, equivalente a 209 g/CVh**

**Potencia hidráulica y capacidad del elevador**

El procedimiento de ensayo del sistema hidráulico del tracto según el Código OCDE es equivalente al establecido por la ISO 789 Parte 2, y permite valorar la capacidad de elevación en todo el recorrido de los brazos inferiores, así como la

potencia hidráulica del mismo. Cuando se utiliza el bastidor normalizado, la medida de la fuerza se realiza sobre un enganche situado a 610 mm, que debe coincidir con el centro de gravedad del bastidor. Los resultados obtenidos se presentan en los Cuadros 9 y 10.

CUADRO 9.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBLIGATORIOS (POTENCIA HIDRÁULICA)

Viscosidad a 65°C: 25 mm <sup>2</sup> /s					
	Presión (MPa)	Temperatura aceite [°C] (Mín. / Máx.)	Régimen (rev/min)	Caudal (L/min)	Potencia (kW)
Velocidad nominal (especificada por el fabricante)			2 100		
Presión máxima con la válvula de descarga abierta	21.21	78	2 180		
Caudal a una presión del 90% de la de descarga	18.67	90	2 183	42.4	13.2
Potencia hidráulica máxima para una salida externa	17.35	90	2 183	49.2	14.2

CUADRO 10.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBLIGATORIOS (CAPACIDAD DE ELEVACIÓN)

	Brazos inferiores	Bastidor
Altura sobre el suelo de los puntos de enganche inferiores en posición baja	211 mm	105 mm
Carrera vertical	680 mm	910 mm
Fuerza máxima corregida ejercida durante todo el recorrido	45.1 kN	30.4 kN
Presión hidráulica correspondiente	17.5 MPa	17.5 MPa
Par con respecto al eje de las ruedas traseras	50.5 kNm	52.6 kNm
Ángulo máximo de inclinación de la potencia a partir de a la vertical	-	8.8 °

**Altura de elevación** con respecto al plano horizontal que pasa por el punto de articulación de los brazos inferiores  
mm

-469	-363	-302	-199	-98	+1	+101	+199	+237	+331
------	------	------	------	-----	----	------	------	------	------

**Fuerza de elevación** (los valores de fuerza medidos se corrigen para que correspondan a una potencia hidráulica equivalente al 90% de la presión efectiva de la válvula de descarga en el sistema del elevador hidráulico):

en los brazos inferiores

45.1	45.9	46.6	47.1	47.3	47.3	47.3	46.6	
------	------	------	------	------	------	------	------	--

Presión correspondiente: 17.5 MPa

en el bastidor normalizado

37.9	38.0	37.6	-	36.8	35.7	34.0	-	31.7	30.4
------	------	------	---	------	------	------	---	------	------

Presión correspondiente: 17.5 MPa

CUADRO 11.- PRESTACIONES DEL TRACTOR 6115 D EN PISTA DE HORMIGÓN (DOBLE TRACCIÓN CONECTADA)

Cambio	Potencia kW	Tracción kN	Velocidad km/h	Régimen motor rev/min	Desliz. espec.	Consumo espec. g/kWh	Energía Comb. kWh/L	Temperaturas			Cond. atmosféricas		
								Refrig. °C	Aceite °C	Ambiente °C	H_R °C	Pres. %	kPa
<b>Potencia máxima en las relaciones del cambio ensayadas (tractor sin lastre)</b>													
<b>Presiones de inflado: 83 kPa (delanteros); 83 kPa (traseros)</b>													
3A3	41.68	33.77	4.44	2 139	14.8	401	2.11	52	81	98	28	69	97.2
4B1	55.36	33.99	5.86	2 129	14.8	360	2.35	53	81	99	27	69	97.2
5B2	60.44	26.36	8.26	2 066	9.4	334	2.53	50	82	96	25	75	97.2
6B3	60.10	19.75	10.96	2 069	5.6	334	2.53	55	82	101	27	69	97.2
<b>Potencia máxima en las relaciones del cambio ensayadas (tractor con lastre).</b>													
<b>Presiones de inflado: 193 kPa (delanteros); 83 kPa (traseros)</b>													
3A3	54.00	43.84	4.43	2 131	14.6	361	2.34	50	82	97	25	79	96.8
4B1	60.26	37.13	5.85	2 063	11.4	331	2.55	54	82	98	27	69	96.8
5B2	60.01	25.61	8.43	2 066	7.8	332	2.55	55	82	99	28	62	96.8
6B3	58.65	19.12	11.05	2 067	5.0	343	2.47	57	83	101	29	60	96.7

### Ensayos de tracción en pista

Corresponde al ensayo realizado con los neumáticos convencionales, anteriormente indicados, y se permite un desgaste previo de las garras, manteniendo al menos el 65% de la altura del neumático nuevo. En el ensayo obligatorio el tractor no recibe lastre, por lo que se utiliza la masa correspondiente al tractor en vacío y con depósitos llenos.

Las relaciones de transmisión utilizadas para los ensayos corresponden a velocidades entre 2.5 y 17.5 km/h. Siembre se debe de incluir la relación del cambio que permita obtener la máxima potencia de tracción a la barra.

El Cuadro 11, se presentan los resultados de el ensayo obligatorio realizado conforme a lo es-

tablecido en el Código OCDE para los ensayos de tracción con el tractor John Deere 6115 D.

Representando gráficamente los valores obtenidos en las diferentes relaciones del cambio (Figura 2) se puede observar la eficiencia entre el motor y las ruedas motrices, que toma en consideración las pérdidas en las ruedas (rodadura y deslizamiento) así como en el conjunto de la transmisión.

### ■ Resultados de los ensayos de campo

El objetivo de estas pruebas ha sido el de completar la información que proporciona el ensayo OCDE del tractor John Deere 6115 D en unas condiciones que podemos considerar 'límite', utilizan-

do los neumáticos radiales con los que este tractor viene equipado en España.

Se decidió utilizar una parte de la parcela disponible en el Centro Integral de Formación y Marketing de John Deere en Parla (coordenadas geográficas de la parcela: 40° 14' 43.63" N; 3° 46' 59.82" O), contando con que el suelo de la misma no se puede considerar favorable, ya que su textura arcillo-arenosa, característica de muchas zonas de Madrid, en condiciones secas se consolida al igual que un pavimento, mientras que en condiciones húmedas se hacen intransitable.

Después de las lluvias intensas de la semana del 14 de marzo, aprovechando los días primaverales previos al día 21 de marzo, que era la fecha en la que se programó el ensayo, se disponía de un piso aceptable en superficie, aunque las capas profundas se encontraban con humedad elevada (más del 20%), lo que creaba dificultades adicionales al ensayo con chisel cuando se superaban los 20-22 cm de profundidad de trabajo.

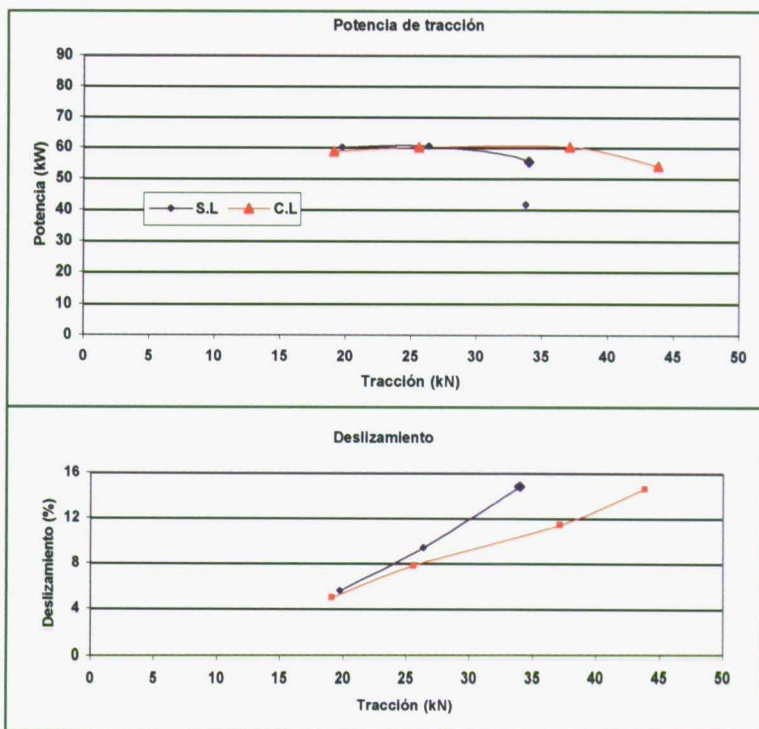


Medida de la resistencia de suelo.



Montaje del caudalímetro.

FIGURA 2.- CURVAS DE TRACCIÓN EN PISTA DE HORMIGÓN (TRACTOR JD 6115 D)



Durante las pruebas el tractor fue manejado por Rubén García, de John Deere Ibérica, y para la regulación de los aperos se contó con la inestimable ayuda de Marcos Peinador, de Kverneland Ibérica.

Al determinar la resistencia del suelo con el penetrómetro se pudo comprobar que la resistencia a la penetración estaba sobre los 800 kPa (tierra labrada), medida con el cono de media pulgada hasta una profundidad de 6 pulgadas (norma ASAE S313.2).

Sobre la parcela se marcó una besana de 100 m en uno de los lados, para trabajar sobre ella, en pasadas sucesivas, dejando espacio suficiente en los cabeceros para las vueltas.

El tractor se equipó con un caudalímetro Solex, lo que permitía conocer el consumo instantáneo de gasóleo, en L/h, así como el correspondiente a un determinado recorrido, en cm<sup>3</sup>.

Las condiciones del tractor utilizado en las pruebas de campo fueron las siguientes:

Masa	sin lastre	4 259	kg	% D/T
	delantera	1 448	kg	34
	trasera	2 811	kg	66
	Lastre (sin agua)			
	delantero 84 + 8 x 47	460	kg	
	trasero 55 x 2	110	kg	
	<b>Masa total</b>	<b>4 829</b>	<b>kg</b>	



Parcela y marcación del recorrido (100 m).



Medida del deslizamiento mediante jalones (5 vueltas de la rueda motriz).

Los neumáticos utilizados fueron las siguientes:

Neumáticos	RT 855 - BKT		presión	radio índice
delanteros	380/85R24	131 A8 / 131 B	1.4 bar	590
traseros	460/85R38	149 A6 / 149 B	1.2 bar	820

La medida del consumo se realizaba en el intervalo del recorrido de ida y de vuelta correspondiente a marcas de la parcela separadas 100 m; junto con el consumo se registraba con cronómetro el tiempo transcurrido para calcular la velocidad real de avance. Dividiendo la distancia de 100 m por el tiempo en segundos y multiplicando por el





Trabajo con chisel-descompactador (valores medios obtenidos en el campo)



Marcha B1 – 2100 rev/min motor (caída ~100 rev/min)							
Tiempo en 100 m	Velocidad real		Capacidad teórica	Consumo de combustible			
s	m/s	km/h	ha/h	cm <sup>3</sup> /100 m	L/h	L/ha	L/ha-cm
57	1.75	6.3	1.58	391	19.2	12.2	0.762

factor de unidades de 3.6 se obtiene la velocidad en km/h. Los valores calculados se contrastaban con las lecturas de un GPS manual.

El deslizamiento se calcula mediante jalones, a partir de 5 vueltas de las ruedas traseras, sin y con carga. Siempre se trabajó con la doble tracción conectada. El trabajo se inició con el chisel-descompactador para seguir con el arado de vertedera.

**Descompactación del suelo**

Se utilizó un chisel-descompactador Kverneland CLC 87 – A00 de 9 brazos en dos filas, con anchura de labor de 2.50 m. Se hizo trabajar primero a 16 cm de profundidad y posteriormente a 21 cm

La relación del cambio elegida en ambos casos fue la B1, con el motor a 2 100 rev/min, comprobando que la caída de vueltas una vez comenzado el trabajo estaba por debajo de las 200 rev/min, lo que indicaba que el tractor trabajaría cerca del nivel de potencia máxima.

El consumo de combustible medio con el tractor trabajando a 16 cm de profundidad fue de 19.2 L/h, con una velocidad real de avance de 6.3 km, que permite una capacidad teórica de trabajo (sin contar vueltas en los cabeceros) de 1.58 ha/h, y un consumo de combustible de 12.2 L/ha. El des-

**El John Deere 6115 D es un tractor sencillo y fiable, cómodo de conducir, y que por las características del motor absorbe sin dificultad las sobrecargas que se producen en el trabajo del suelo**

lizamiento en estas condiciones se mantiene en el 7.0%

Al incrementar la profundidad de trabajo hasta los 21 cm, se pudo apreciar que el grado de humedad en las capas profundas del suelo dejaba una labor irregular. En estas condiciones se incrementaba la caída de vueltas y el deslizamiento en algunos momentos llegaba al 17.5%. El consumo obtenido de 22.0 L/h indicaba que el motor no estaba desarrollando su potencia máxima y que la limitación en el trabajo se producía por el mayor deslizamiento. En consecuencia, se deduce que el estado de humedad del suelo en la capa más



Trabajo con arado de vertedera (valores medios obtenidos en el campo).

Marcha B1 – 2 100 rev/min motor (caída ~200 rev/min)							
Tiempo en 100 m	Velocidad real		Capacidad teórica	Consumo de combustible			
	s	m/s		km/h	ha/h	cm <sup>3</sup> /100 m	L/h
62	1.61	5.8	0.81	420	24.2	30.0	1.00

profunda no era una condición apropiada para trabajar con el chisel a esta profundidad.

### Laboreo arado de vertedera

Para esta prueba se utilizó un arado de vertedera de tres cuerpos y reversible Kverneland ES 85, con anchura variable de cuerpos (14 a 18 pulgadas). Se ajustó en la posición de 16 pulgadas con una anchura efectiva de trabajo de 1.40 m. El peso de este arado es de 1 260 kg.

La relación del cambio elegida fue la B1, con el motor a 2 100 rev/min, comprobando que la caída de vueltas una vez comenzado el trabajo estaba llegando en ocasiones a las 200-250 rev/min, lo que indicaba que el tractor trabajaría a potencia máxima.

El deslizamiento medio obtenido con el arado de vertedera fue de 14.8% lo que indica que la masa del tractor con el apero era la adecuada para trabajar con el arado en este tipo de suelo. El consumo medio obtenido de 24 L/h indica que el motor está trabajando a plena potencia, al compararlo

con los valores obtenidos en el ensayo de potencia a la toma de fuerza.

### Resumen y conclusiones

Una vez analizadas las características técnicas y los resultados de los ensayos de laboratorio y campo, se puede concluir que el John Deere 6115 D es un tractor sencillo y fiable, cómodo de conducir, y que por las características del motor absorbe sin dificultad las sobrecargas que se producen en el trabajo del suelo cuando las parcelas son poco homogéneas, como la que se utilizó en la prueba de campo.

Al contar con un ensayo OCDE realizado en un Laboratorio Oficial, como es el de Nebraska, la información disponible caracteriza de forma completa el tractor, especialmente en lo que se refiere al consumo de combustible.

El ensayo en los '6 puntos' proporciona toda la información necesaria para conocer el consumo del tractor en los diferentes tipos de trabajo agrícola, que se resume como sigue:



Potencia desarrollada por el motor	Consumo (L/h)
• Elevada a régimen máximo, como el trabajo de tracción pesado	20.6
• Elevada al 90% del régimen, como el trabajo pesado de tracción o a la toma de fuerza	19.7
• Paja al 90% del régimen, como el trabajo ligero de tracción o a la toma de fuerza	12.2
• Elevada al 60% de la velocidad (para conseguir mínimo consumo de combustible)	12.7
• Baja al 60% del régimen, como el trabajo ligero de tracción a la toma de fuerza con bajas velocidades del motor	9.19

Por otra parte, el ensayo realizado en campo permite verificar que los neumáticos utilizados y el lastre disponible hacen posible obtener las mejores prestaciones del tractor en trabajos pesados, sin que sea necesario utilizar el lastrado con agua de las ruedas.

Se ha cuidado el sistema hidráulico para servicios externos, con una bomba de 66 L/min de caudal y 195 bar de presión, y robustecido el cuerpo central para poder incorporar una pala frontal, fácil de acoplar y desacoplar.

La cabina amplia, con los mandos ergonómicamente situados, junto con el asiento neumático y el bajo nivel sonoro conseguido en el mismo, lo hacen confortable durante largas jornadas con aperos para el trabajo del suelo.

La visibilidad de la cabina en todas direcciones, y el inversor en carga, controlado por la palanca



situada en lado izquierdo del volante, facilita el manejo de cargas con la pala frontal y lo hace apropiado para el montaje de vibradores de troncos que se utilizan en la olivicultura.