

EL ENSAYO DE LOS TRACTORES SEGÚN LOS CÓDIGOS DE LA OCDE

Parte 2.- Ensayos obligatorios del sistema hidráulico y de tracción en pista de hormigón

El ensayo de la potencia en la TDF principal se completa con el del sistema hidráulico del tractor y el de tracción en pista sin lastre. Estos tres ensayos son los que se denominan 'obligatorios'.

LUIS MÁRQUEZ

Junto con la medida de la potencia del tractor en la toma de fuerza, la evaluación de su sistema hidráulico constituye una referencia esencial para definir las prestaciones de un tractor, por ello el Código OCDE la incluye como ensayo "obligatorio".

Por otra parte, también se exige un ensayo de tracción en pista de hormigón con el tractor sin lastrear. Este ensayo sin lastre mantiene en cierto modo la filosofía del ensayo de los tractores agrícolas en sus comienzos, que se evaluaban por su potencia de tracción. Al hacerlo con el tractor sin lastrear y en un suelo de hormigón, solo puede ser una referencia para evaluar el rendimiento de las transmisiones, aunque la precisión en la determinación de esta eficiencia resulta afectada por las características de los neumáticos utilizados y de la pista de ensayo

		Unité de recherche Technologies pour la sécurité et les performances des agroéquipements Groupement d'Antony 1, rue Pierre-Gilles de Gennes, CS 10030 92761 Antony cedex Tél.01 40 96 62 20 - Fax 01 40 96 61 62 Web : http://www.cemagref.fr
RAPPORT D'ESSAI / Test report N°16780		Date : 14 septembre / 14 th september 2011
ESSAI OCDE DE PERFORMANCE D'UN TRACTEUR AGRICOLE OECD PERFORMANCE TEST OF AN AGRICULTURAL TRACTOR		
50.3		
Texte de référence / reference test : Code 2 de l'OCDE version du code février 2011 / OECD Code 2 - version : February 2011		
Approbation OCDE / OECD Approval :		N° : 2/2627
Date :		31 août / 31 st August 2011
		
Matériel essayé / tested equipment		Demandeur / applicant
Nature : TRACTEUR / TRACTOR		Nom : AGCO S.A
Marque / make : MASSEY FERGUSON		Name :
Modèle (dénomination commerciale) : 5475		Adresse : BP 307
Type (nombre de roues motrices) : 4		Adresse : Avenue Blaise Pascal
Type (number of driving wheels)		60028 BEAUVAIS CEDEX
Utilisation principale : standard		Tél / phone : 03.44.11.33.33
Main use		Fax : 03.44.11.33.38
Type (Mines) / technical type : T19D22GG113A		

Determinación de la potencia hidráulica y la capacidad de elevación en el enganche tripuntal

En primer lugar se establecen las condiciones de los ensayos, fijando las de funcionamiento del motor (régimen nominal) y las de los fluidos hi-

dráulicos y de su temperatura (65±5 °C).

El ensayo permite valorar, por una parte, el caudal de aceite y la potencia hidráulica que suministra la bomba, y, por otra, la capacidad máxima de elevación que se consigue en el recorrido de los brazos inferiores del enganche tripuntal.

En las especificaciones del tractor, que siempre se incluyen en el Boletín de ensayo, se reseñan las dimensiones de los diferentes elementos que componen el enganche tripuntal y su geometría.

■ Potencia hidráulica

Para medir el caudal y la potencia hidráulica que suministra la bomba, con el motor a régimen de funcionamiento nominal, se hace pasar el aceite procedente de una toma unida a la conducción principal de la bomba por un medidor de caudal (caudalímetro), a la vez que se le obliga a atravesar una válvula que estrangula la salida.

A medida que se opone mayor resistencia al paso del aceite, el caudal que puede suministrar la bomba varía, registrándose estos valores para poder determinar el caudal máximo, a la vez que se mide la presión con la que trabaja el sistema.

Normalmente el caudal se reduce ligeramente con la presión, hasta que se llega a un valor a partir del cual empieza a actuar la válvula limitadora de presión que protege al sistema hidráulico del tractor, la cual abre progresivamente reduciendo el caudal impulsado.

La potencia disponible se calcula como producto del caudal suministrado por la presión a la que trabaja el sistema. En cualquier caso no conviene que la presión de trabajo supere el 90% del valor al que se encuentra ajustada la válvula de seguridad para evitar pérdidas de energía por laminación del aceite que escapa al depósito, y el consiguiente aumento de la temperatura del mismo.

■ Capacidad de elevación

Este ensayo permite valorar el comportamiento del sistema cuando se colocan aperos pe-

sados en el enganche tripuntal. Consta de dos partes: una medida realizada en la barra de enganche que une los brazos inferiores y otra sobre un bastidor normalizado que simula el enganche de un apero.

Para este ensayo se sitúa el tractor en una plataforma horizontal, colocando unos gatos en el cuerpo del tractor que eviten que aumente la deformación de las ruedas cuando se incrementa la carga sobre el enganche. A la vez, el tractor se amarra al suelo por la parte frontal para evitar que se levante cuando el esfuerzo sobre el enganche tripuntal supera el peso que gravita sobre el eje delantero.

Situado de esta manera, con el motor a régimen nominal, se coloca la palanca del elevador en la posición que permita que los brazos inferiores alcancen la posición más alta, a la vez que se aplica una fuerza hacia abajo en una barra colocada entre las rótulas de los brazos inferiores para que se vaya aproximando al suelo.

Aumentando progresivamente la fuerza aplicada en los brazos inferiores se puede medir la fuerza máxima que soporta el sistema en cada posición de los brazos del enganche, lo que permite conocer el valor máximo que podría soportar el enganche en todo el recorrido.

Este ensayo se repite con un bastidor normalizado que simula lo que sucederá con un

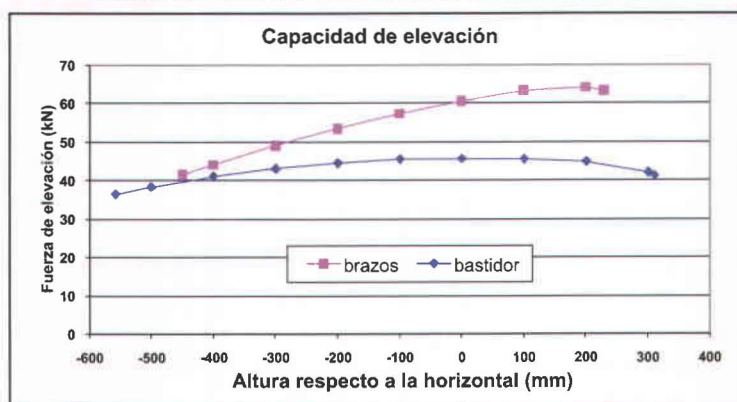
FIGURA 1.- INSTALACIÓN PARA EL ENSAYO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE TRACTORES AGRÍCOLAS (EMA-MADRID)



apero. Las dimensiones de este cabezal están de acuerdo con el tipo de enganche tripuntal (Categoría, dependiendo del tamaño del tractor, según se indica en la norma ISO 730). El punto sobre el que se aplica la fuerza hacia abajo, con el que se valora la capacidad de elevación, se encuentra a 610 mm hacia atrás, respecto a la barra que une los brazos inferiores. Así se simula lo que sería el centro de gravedad de un apero enganchado en el tripuntal. Lógicamente, la capacidad de elevación en el bastidor normalizado será algo menor que la que se consigue en los brazos inferiores del elevador.

Los resultados del ensayo del tractor John Deere 6630 AutoQuad, realizado conforme a lo establecido en el Código OCDE (Cuadros 1 y 2), permite una visión global del ensayo y de las magnitudes medidas.

FIGURA 2.- ENSAYO DEL ELEVADOR HIDRÁULICO



CUADRO 1.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBLIGATORIOS (POTENCIA HIDRÁULICA)

Tractor John Deere 6630 AutoQuad Plus EcoShift Tier 3					Laboratorio: DLG Test N°: 2007-217	
Fecha del ensayo: 13/06/2007						
Potencia hidráulica					Tipo de fluido: Aceite transmisión	
Índice de viscosidad (ISO 3448): SAE 75					Viscosidad a 65°C: 22.4 mm ² /s	
	Presión MPa	Temperatura aceite en el depósito [°C] Min. Máx.		Régimen rev/min	Caudal L/min	Potencia kW
Velocidad nominal (especificada por el fabricante)				2 300		
Presión máxima con la válvula de descarga abierta	20.7 ⁽¹⁾ 21.1	63 ⁽¹⁾ 63 ⁽²⁾	66 ⁽¹⁾ 70 ⁽²⁾	2 460 ⁽¹⁾ 2 460 ⁽²⁾		
Caudal a una presión del 90% de la de descarga	18.7 ⁽¹⁾ 19.0 ⁽²⁾	65 ⁽¹⁾ 67 ⁽²⁾		2 451 ⁽¹⁾ 2 442 ⁽²⁾	61.4 ⁽¹⁾ 93.3 ⁽²⁾	19.1 ⁽¹⁾ 29.5 ⁽²⁾
Potencia hidráulica máxima para una salida externa	4.0 15.9	64 65		2 460 2 444	105.6 99.7	- 26.4
Potencia hidráulica máxima con dos salidas que actúan simultáneamente	3.0 18.1	64 69		2 460 2 431	105.6 114.4	- 34.5
Medidas realizada sobre las tomas hidráulicas de la parte posterior del tractor						
(1) Una válvula de control de doble acción						
(2) Dos válvulas de control de doble acción						

CUADRO 2.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBLIGATORIOS (CAPACIDAD DE ELEVACIÓN)

	Brazos inferiores	Bastidor normalizado
Altura sobre el suelo de los puntos de enganche inferiores en posición baja	200 mm	200 mm
Carrera vertical: sin carga	709 mm	910 mm
con carga	664 mm	868 mm
Fuerza máxima corregida ejercida durante todo el recorrido	41.49 kN	36.27 kN
Presión hidráulica correspondiente	19.0 MPa	19.0 MPa
Par con respecto al eje de las ruedas traseras	69.16 kNm	76.98 kNm
Angulo máximo de inclinación de la potencia a partir de a la vertical	-	10 grados

Altura de elevación con respecto al plano horizontal que pasa por el punto de articulación de los brazos inferiores														
	mm	-558	-500	-450	-400	-300	-200	-100	0	+100	+200	+229	+300	+310
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 kN				41.49	44.01	49.02	53.42	57.23	60.44	63.04	64.04	63.09		
Presión correspondiente:	19.0 MPa													
en bastidor normalizado kN		36.27	38.11		40.97	42.92	44.41	45.33	45.55	45.33	44.65		41.88	41.04
Presión correspondiente:	19.0 MPa													

Se puede observar que la potencia máxima obtenida (con una sola toma hidráulica) en el sistema hidráulico es de 29.5 kW, con un caudal de aceite que llega a los 93.3 L/min, cuando el motor funciona a un régimen de 2 440 rev/min y la presión en el sistema es de 19 MPa (190 bar).

Con dos o más salidas, el caudal aumenta hasta los 114.4 L/min, con lo que la potencia hidráulica alcanza los 34.5 kW.

La capacidad de elevación máxima en todo el recorrido es de 41.49 kN en los brazos inferiores y 36.27 kN en el bastidor normalizado.

Potencia de tracción a la barra y consumo de combustible

Corresponde al ensayo realizado con un determinado tipo de neumático (elegido por el fabricante), en el que 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.

El procedimiento ensayo establece unas condiciones que permitan obtener resultados comparables entre los diferentes laboratorios; se admiten pistas de hormigón o de asfalto (trac-

Las relaciones de transmisión utilizadas para los ensayos corresponden a velocidades entre 2.5 y 17.5 km/h

tores de ruedas), aunque también se pueden utilizar bancos de rodillos que permitan obtener resultados equivalentes. Como alternativa opcional se admite el ensayo en los ejes de las ruedas motrices (ISO 789-7).

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

CUADRO 3.- PRESTACIONES DEL TRACTOR JD 6630 AUTOQUAD PLUS ECOSHIFT TIER 3 EN EL ENSAYO DE TRACCIÓN EN PISTA

DLG-Test N° 0207-217 (realizado el 2 y 3 de mayo de 2007)

Altura gancho: 520 mm; presiones inflado de neumáticos: delanteros 80 kPa, traseros 80 kPa

Cambio	Potencia	Tracción	Velocidad	Régimen	Desliz.	Consumo	Energía	Temperaturas			Cond. atmosféricas		
	kW	kN	km/h	motor (*) rev/min	%	espec. g/kWh	espec. kWh/L	Comb. °C	Refrig. °C	Aceite °C	Ambiente °C	HR %	Pres. kPa
Potencia máxima en las relaciones del cambio ensayadas (tractor sin lastre)													
A4	53.3	61.97	3.10	2373	15.2	381	2.20	50	80	104	16	28	99.6
B1	69.0	62.78	3.96	2180	14.9	325	2.57	51	83	106	16	27	99.6
B2	74.5	62.91	4.26	1960	15.0	312	2.68	51	82	105	17	27	99.6
B3	80.5	53.84	5.39	1900	7.9	287	2.91	53	88	106	16	27	99.6
C1	81.3	47.15	6.21	1901	5.8	284	2.95	53	88	106	18	25	99.6
B4	81.1	42.75	6.83	1901	4.8	283	2.96	53	85	106	17	26	99.6
C2	82.8	38.99	7.65	1902	4.2	279	3.00	52	86	104	18	26	99.6
C3	83.5	32.47	9.26	1902	3.0	276	3.03	52	85	105	19	26	99.5
D1	82.7	28.24	10.54	1903	2.5	278	3.01	53	84	104	19	26	99.5
C4	81.8	25.86	11.37	1901	2.3	283	2.98	53	84	105	19	26	99.5
Consumo de combustible													
(1) relación del cambio elegida que permita 7.5 km/h, a potencia máxima con el régimen nominal del motor													
C1	71.2	33.01	7.76	2301	3.1	303	2.76	51	80	104	20	25	99.5
(2) al 75% del esfuerzo a potencia máxima con régimen nominal del motor													
C1	55.6	24.6	8.14	2398	2.1	344	2.43	52	79	104	20	25	99.4
(3) al 50% del esfuerzo correspondiente a la potencia máxima con régimen nominal del motor													
C1	37.9	16.34	8.35	2426	1.1	420	2.14	52	78	103	20	25	99.4
(4) en la relación del cambio máxima permitida, con régimen del motor reducido, condiciones (2) y (3); igual esfuerzo de tracción y velocidad de avance que en (2)													
B4	55.5	24.62	8.12	2196	2.2	324	2.59	51	78	102	20	24	99.6
(5) en la relación del cambio (4) con el régimen del motor reducido; igual esfuerzo de tracción y velocidad de avance que (3)													
B4	38.0	16.35	8.37	2244	1.3	391	2.14	52	77	101	20	26	99.6
(6) en la relación del cambio más próxima a 7 km/h-10 km/h, al régimen nominal del motor													
C1	71.2	33.01	7.76	2301	3.1	303	2.76	51	80	104	20	25	99.5
(7) al 75% del esfuerzo a potencia máxima con régimen nominal													
C1	55.6	24.60	8.14	2398	2.1	344	2.43	52	79	104	20	25	99.4
(8) al 50% del esfuerzo a potencia máxima con régimen nominal													
C1	37.9	16.34	8.35	2426	1.1	420	1.99	52	78	103	20	25	99.4
(9) en la relación del cambio máxima permitida, con régimen del motor reducido, condiciones (7) y (8); igual esfuerzo de tracción y velocidad de avance que en (7)													
B4	55.5	24.62	8.12	2196	2.2	324	2.59	51	78	102	20	24	99.4
(10) en la relación del cambio (9) con el régimen del motor reducido; igual esfuerzo de tracción y velocidad de avance que (9)													
B4	38.0	16.35	8.37	2244	1.3	391	2.14	52	77	101	20	26	99.4

Nota: los ensayos para determinar el consumo de combustible correspondiente a los bloques tercero y cuarto, en este ensayo son idénticos a los de los bloques primero y segundo.



FIGURA 3.- CARRO DINAMOMÉTRICO PARA ENSAYOS DE TRACCIÓN EN PISTA (Estación de Mecánica Agrícola – Madrid)

con transmisiones de variación continua y sistema de gestión conjunta de motor y transmisión, para los que se establece que el ensayo se realiza a velocidades de 2.5, 3.5, 5.0, 6.5, 8.0, 11.0 y 17.5 km/h (tractores de ruedas).

El Cuadro 3, con los resultados del ensayo realizado conforme a lo establecido en el Código sobre el tractor John Deere 6630 AutoQuad, permite una visión global del ensayo y de las magnitudes medidas.

Los valores obtenidos en los ensayos de tracción en pista de hormigón se pueden representar gráficamente (no está establecido que se realice esto en el Código de ensayo) para interpretarlos de una

máxima potencia de tracción a la barra.

La barra de tracción debe estar situada a una altura tal que:

$$P \times H \leq 0.8 \times W \times Z$$

Siendo:

P = esfuerzo máximo de tracción

H = altura estática del enganche

W = carga estática sobre las ruedas delanteras

Z = batalla del tractor

Con esto se pretende mantener sobre las ruedas del eje delantero carga suficiente para controlar la dirección evitando el vuelco hacia atrás. Con los tractores de doble tracción, la carga sobre las ruedas del eje delantero es mucho más elevada, para aprovechar la tracción que proporcionan las ruedas del mismo, por lo que se supera ampliamente la condición de estabilidad.

En los ensayos de tracción en pista el deslizamiento máximo admitido es del 15% para los tractores de ruedas y del 7% en los de cadenas metálicas (pista de tierra compactada).

Los ensayos en pista mantienen interés para los tractores

FIGURA 4.- PRESTACIONES DEL TRACTOR EN PISTA DE HORMIGÓN (1)

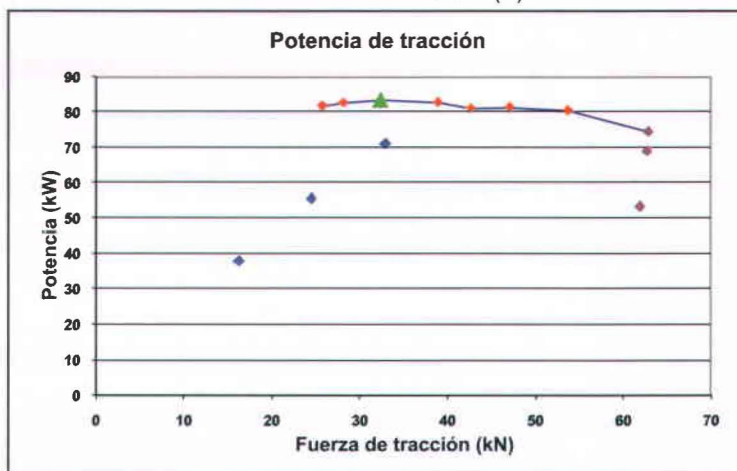
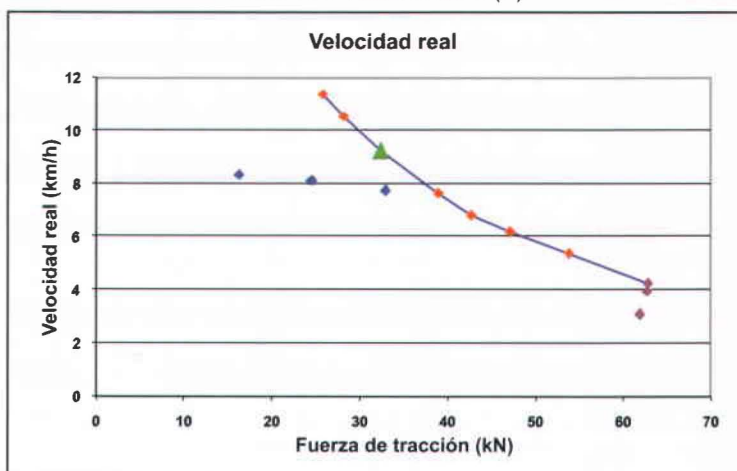


FIGURA 5.- PRESTACIONES DEL TRACTOR EN PISTA DE HORMIGÓN (2)



manera sencilla, utilizando los correspondientes a potencia, velocidad, consumo específico y patinamiento, siempre en función del esfuerzo de tracción realizado.

Los puntos marcados en rojo (Figuras 4, 5, 6 y 7) corresponden a los valores obtenidos en el punto de potencia máxima para las diferentes relaciones del cambio que permiten velocidades reales de avance entre 5.4 y 11.4 km/h. Entre ellas se destaca (marcada en verde) la correspondiente a la relación del cambio C1, en que se obtiene una potencia de 81.3 kW (110.6 CV) para una velocidad real de avance de 6.21 km/h (patinamiento del 5.8%), realizando un

esfuerzo de tracción de 47.15 kN (aproximadamente de 4 700 kg) y con un consumo específico de 284 g/kWh (216 g/CVh).

Se aprecia que en todas las relaciones del cambio que corresponde a los puntos marcados en rojo en los gráficos indicados el régimen del motor se mantiene sobre las 1900 rev/min, régimen en el que el motor suministra su potencia máxima. Los puntos marcados en morado, en los que la potencia de tracción se reducen considerablemente; esto es como consecuencia de que se ha alcanzado el patinamiento del 15%, establecido como límite para los ensayos de tracción en pista de hormigón.

FIGURA 6.- PRESTACIONES DEL TRACTOR EN PISTA DE HORMIGÓN (3)

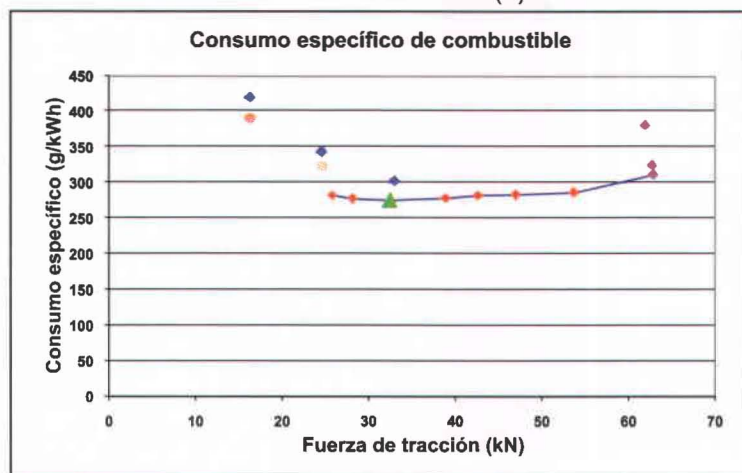
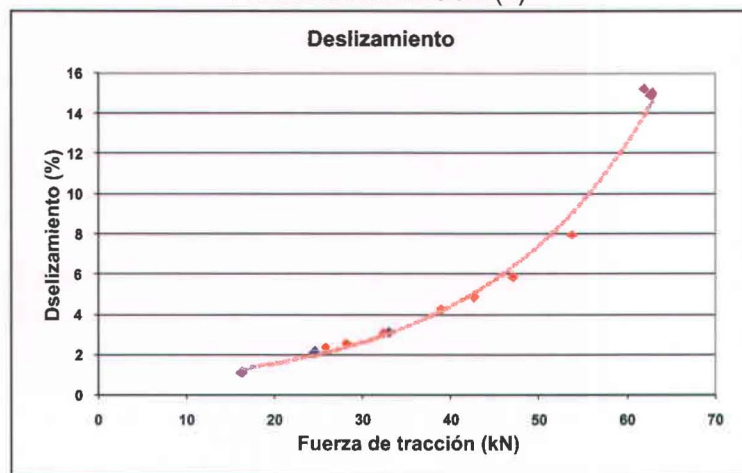


FIGURA 7.- PRESTACIONES DEL TRACTOR EN PISTA DE HORMIGÓN (4)



Cuando se dispone de un ensayo

realizado según el Código II de la OCDE se puede deducir con gran precisión las prestaciones del tractor en campo

Los puntos marcados en azul corresponden a los ensayos complementarios para determinar el consumo de combustible a cargas parciales (relación C1 del cambio). Se aprecia como al utilizar menos potencia el consumo específico correspondiente aumenta.

Comentario final

Cuando se dispone de un ensayo realizado según el Código II de la OCDE, que incluye la medida de la potencia en la toma de fuerza, la de la potencia del sistema hidráulico y la capacidad de elevación en el enganche tripuntal, y el ensayo de tracción en pista de hormigón, aunque el tractor no vaya lastrado, se pueden deducir con gran precisión las prestaciones del tractor trabajando en condiciones de campo. También permite una comparación imparcial de las prestaciones de tractores diferentes.

Lamentablemente no hay muchos modelos de tractores comercializados en España sobre los que se haya realizado este tipo de ensayo. Desde las páginas de AgroTécnica intentaremos utilizar la información que proporcionan los Boletines de ensayo que vayan estando disponibles para dar una mejor información sobre los tractores agrícolas que llegan a nuestro mercado. ■