

Tractor de orugas TK 100A,



seguridad y estabilidad en terrenos con pendiente

Gregorio L. Blanco Roldán,
Juan Luis Gamarra Diezma.

G.I. Mecanización y Tecnología Rural. ETSIAM.
Universidad de Córdoba.

Aunque los tractores de orugas representen hoy sólo un 1,6 % de los inscritos en registros oficiales en España (MARM, 2008), tienen, en cambio, mucha importancia en zonas agrícolas tradicionales, como el Valle del Guadalquivir. Sus principales ventajas son: mayor capacidad de tracción, mayor estabilidad, facilidad de manejo y menor compactación del suelo (mayor superficie de contacto). Por tanto, se adecúan muy bien al trabajo en terrenos en pendiente y en condiciones desfavorables de suelo, provocadas principalmente por la climatología, circunstancias que están presentes, por ejemplo, en muchos cultivos como el olivar y en periodos críticos, como durante la recolección.

Tras un análisis de las principales características de los tractores de orugas New Holland de la serie TK A, en este artículo se presentan los resultados de un ensayo de estabilidad al vuelco, realizado durante los días 21 y 22 de enero en la localidad de Los Yébenes (Toledo) con el modelo TK 100A.

Para profundizar en estos aspectos, en el presente artículo se analizan, en primer lugar, las principales características de los tractores de orugas, concretamente los de la marca New Holland, que con su diez modelos incluidos dentro de la serie TKA, muestra un amplio abanico de posibilidades para la mecanización en los ámbitos agrícola y forestal.

En segundo lugar, se presenta una prueba de campo con el modelo TK 100A, consistente en un ensayo de estabilidad al vuelco realizado durante los días 21 y 22 de enero en Los Yébenes (Toledo).

Modelos

La serie TK A incluye modelos convencionales para uso general (TK 80A, TK 90A y TK 100A) y modelos especiales para viñedos (TK 70VA y TK 75VA) y para plantaciones frutales (TK 70FA y TK 75FA). Los modelos TK 75MA, TK 80MA, TK 90MA y TK 100A son adaptaciones con mayor ancho de vía, desarrollados para terrenos especialmente difíciles como los forestales, donde los tractores de cadenas son ampliamente utilizados en labores de desbroce (**foto 1**), eliminación de residuos de

poda y desmote con gradas de discos. En el **cuadro I** se muestran las principales dimensiones y pesos.

El diseño del sistema de rodadura es fundamental en todos los modelos. Persigue un reparto uniforme del peso, utilizando entre 4 y 6 rodillos de apoyo, espaciados uniformemente, con cojinetes en baño de aceite y juntas resistentes para obtener máxima duración (**cuadro I**). Para trabajos en terrenos difíciles se pueden utilizar orugas reforzadas.

Motor

En el **cuadro II** se especifican las principales características de los motores diésel de inyección directa Iveco, con válvulas en la culata, empleados en los tractores de la serie. Los modelos convencionales, que tienen potencias de 80, 89 y 94 CV, utilizan 4 cilindros y turbocompresor, excepto el TK 80, que es de aspiración natural. Los modelos especiales, de 74 y 76 CV, incorporan 3 cilindros y turbocompresor.

Bajo el capó, que es de una sola pieza, se coloca el silenciador y el filtro de aire, facilitando las operaciones de mantenimiento y la visibilidad (**foto 2**). El tubo de escape se sitúa pegado al capó, y con la salida hacia abajo, para ocupar el mínimo espacio, aunque también puede incorporarse un tubo de escape vertical.

Transmisión

Las principales características de la transmisión de los tractores estudiados se muestran en el **cuadro III**.

En todos los modelos la transmisión presenta un cambio, de engranajes planetarios, de cuatro marchas, gama alta/baja e inversor, con lo que pueden obtenerse ocho velo-

CUADRO I. Dimensiones y pesos de los tractores New Holland serie TK A.

	TK 70VA	TK 70FA	TK 75VA	TK 75FA	TK 75MA	TK 80A	TK 80MA	TK 90A	TK 90MA	TK 100A
Tejas estándar (mm)	250	300	270	310	350	310	350	310	400	450
Eslabones	33	35	33	33	33	37	36	37	37	37
Rodillo de apoyo oruga (número)	4	4	4	4	4	5	5	6	6	6
Distancia entre ejes con tejas estándar (mm)	1.350	1.350	1.350	1.370	1.380	1.586	1.586	1.586	1.656	1.656
Área de contacto con tejas estándar (cm ²)	6.705	8.046	7.140	8.494	9.632	9.833	11.102	9.833	13.248	14.904
Ajuste de vía (mm)	900	1.000	900	1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.300	1.300
Anchura máxima con tejas estándar (mm)	1.150	1.350	1.170	1.310	1.650	1.410	1.650	1.410	1.700	1.750
Longitud máxima (mm)	3.080	3.080	3.080	3.080	3.190	3.356	3.356	3.356	3.356	3.376
Altura hasta el capó (mm)	1.204	1.204	1.204	1.221	1.241	1.300	1.300	1.300	1.300	1.303
Altura hasta el bastidor (mm)	2.079	2.079	2.079	2.096	2.116	2.350	2.350	2.350	2.350	2.353
Peso sin contrapesos (kg)	3.270	3.340	3.280	3.350	3.730	4.100	4.250	4.150	4.300	4.950



Foto 1. New Holland TK 100A utilizado en operaciones forestales de desbrozado.

idades de avance y ocho de retroceso (**foto 3**). En el caso que deban realizarse tareas que requieran velocidades más lentas, se puede instalar una reducción, consiguiendo, de este modo, dieciséis marchas hacia delante.

Para evitar la rotación de los ejes en la caja de cambios, se incorpora un sistema exclusivo de frenado de embrague, que actúa cuando se desembraga, activándose un disco del freno. De este modo, el tractorista pue-

de seleccionar con facilidad una marcha diferente. El embrague se acciona mediante una palanca situada en la parte lateral izquierda del cuadro de control (**foto 4**).

Toma de fuerza

Todos los modelos tienen toma de fuerza independiente con embrague monodisco, accionado a través de una palanca manual montada en la consola delantera en posición infe-



ENGANCHES DELANTEROS

Para todo tipo de marcas y modelos de tractor





Foto 2. Motor del tractor TK 100A. Foto 3. Palancas de la transmisión y mando de la toma de fuerza (amarilla).

rior derecha, muy accesible para permitir en todo momento la visión del entorno de trabajo a la hora de accionar la toma de fuerza (foto 5).

En los tractores convencionales la toma de fuerza tiene las velocidades 540/540E/750 r/min (2.199/1.715/ 2.382 r/min del mo-

tor). Opcionalmente puede disponerse también de las velocidades 540/1.000 r/min (2.199/2.381 r/min del motor). En los tractores especiales, las velocidades son 540/540E/750 r/min (1.957/ 1.535/2.132 r/min del motor).



Foto 4. Izquierda: posición del embrague dentro del puesto de conducción. Derecha: accionamiento.



Foto 5. Posición de la palanca de la toma de fuerza.

Dirección

Todos los modelos incorporan el sistema de dirección Steering-O-Matic con Full Drive (con embrague de discos múltiples de material orgánico en seco) con bomba hidráulica independiente de 20 l/min de caudal para accionamiento de dirección y frenos (foto 6). Permite el manejo del tractor con un solo mando hidrostático, proporcionando un control adicional al accionar progresivamente los frenos de la dirección de las orugas, cuando se coloca el mando en su posición más extrema. Esta cualidad es especialmente útil para realizar giros en espacios reducidos y en terrenos con fuertes pendientes, donde la sensibilidad del mando en la ejecución de la maniobra es de vital importancia en la prevención del riesgo de vuelco.

Además, de esta forma se puede mantener el control del tractor con una mano, disponiendo en todo momento de la otra para manejar los mandos hidráulicos laterales, el mando de la toma de fuerza, etc., aumentando así la productividad y la seguridad en su uso.

Sistema hidráulico y elevador

En el cuadro IV se presentan las características del sistema hidráulico y del enganche tripuntal de los tractores estudiados.

Los tractores de la serie vienen equipados con un sistema hidráulico con bomba de engranajes de caudal 35,5 l/min (modelos especiales) y 45,4 l/min (modelos convencionales). Es sencillo de utilizar porque las palancas, que se encuentran montadas a la



Foto 6. Cuadro de control y mando único de la dirección.

CUADRO II. Características de los modelos de motores.

Modelo	TK 70VA TK 70FA	TK 75VA TK 75FA TK 75MA	TK 80A TK 80MA	TK 90A TK 90MA	TK 100A
Cilindros	3	3	4	4	4
Cilindrada (cm ³)	2.931	2.931	3.908	3.908	3.908
Diámetro y carrera (mm)	104 X 115	104 X 115	100 X 115	104 X 115	104 X 115
Relación de compresión	16,5/1	16,5/1	17/1	16,5/1	16,5/1
Aspiración	Turbo de baja compresión	Turbo	Natural	Turbo de baja compresión	Turbo
Potencia en el volante a régimen nominal ¹ (kW/CV)	54/74	55,5/76	58,5/80	65,5/89	69/94
Régimen nominal (r/min)	2.300	2.300	2.500	2.500	2.500
Régimen par máximo (r/min)	1.400	1.400	1.400	1.400	1.500
Reserva de par (%)	32	36	30	33	33
Consumo de combustible (g/kWh)	207	210	213	218	201

¹ ISO TR14396, 2000/25/CE

CUADRO III. Características de la transmisión.

Modelo	TK 70VA TK 70FA	TK 75VA TK 75FA	TK 75MA	TK 80A TK 80MA	TK 90A TK 90MA	TK 100A
Tipo de embrague	Monodisco	Monodisco	Bidisco	Double disc	Double disc	Double disc
Cambio con inversor (marchas)	8 x 8	8 x 8	8 x 8	8 x 8	8 x 8	8 x 8
Velocidad min/máx (km/h)	1,6/11	1,6/11	1,7/12	1,7/11,9	1,7/11,9	1,7/11,9
Cambio con superreductor (marchas)	16 x 8	16 x 8	16 x 8	16 x 8	16 x 8	16 x 8
Velocidad min/máx (km/h)	0,4/11	0,4/11	0,4/12	0,4/11,9	0,4/11,9	0,4/11,9

CUADRO IV. Características del sistema hidráulico y del elevador.

	TK 70VA TK 70FA	TK 75VA TK 75FA	TK 75MA	TK 80A TK 80MA	TK 90A TK 90MA TK 100A
Caudal bomba (l/min)	35,5	35,5	35,5	45,5	45,5
Bomba independiente de dirección (l/min)	20	20	20	20	20
Distribuidores de servicios externos traseros (n°)	4	4	4	5	5
Eganche tripuntal	Elevador mecánico con Lift O Matic				
Categoría	I, II				
Sistema de control	Posición, esfuerzo (barra de flexión) y mixto				
Capacidad de elevación (kg)	3.535	3.535	3.720	3.720	3.720

CUADRO V. Nivel máximo de ruido en el puesto de conducción.

	TK 70A	TK 75A	TK 80A	TK 90A	TK 100A
Nivel de ruido (dBA)	89,0	89,0	89,0	90,0	89,5



Foto 7. Izquierda: Inversor (palanca negra) y mandos de los distribuidores de servicios externos. Derecha: mandos del elevador hidráulico.

derecha del guardabarros trasero, tienen diferentes de colores (foto 7).

Entre las características estándar se incluye el sistema de gestión del elevador trasero Lift-O-Matic. La capacidad de elevación oscila entre los 3.535 kg y 3.720 kg.

Plataforma del operador

En los modelos convencionales se encuentra montada sobre silent blocks para evitar la transmisión de las vibraciones, generadas durante el trabajo, y el ruido, del motor y la transmisión, hasta el tractorista. Los modelos especiales cuentan con asientos con suspensión y un recubrimiento especial de la plataforma que aíslan al tractorista del ruido, las vibraciones y el calor.

Todos los modelos tiene bastidor de seguridad (ROPS) abatible que permite proteger del riesgo del atrapamiento por vuelco cuando se trabaja en terrenos con pendientes (foto 8).

A pesar de su reducido tamaño, los espacios y los mandos de accionamiento, dentro de la plataforma de conducción, se encuentran perfectamente distribuidos, para facilitar en todo momento el manejo del mismo. El acceso al puesto de conducción resulta muy sencillo desde ambos lados, sin que ningún



Foto 8. Arriba: detalle del asiento. Abajo: estructura de protección.

CUADRO VI. Estabilidad estática del modelo TK 100A.

Posición del centro de gravedad

X= 88,22 cm (desde el eje delantero)

Y= 70,8 cm (desde el suelo)

Ángulos límite

Ángulo límite estático lateral: 42,55°

Ángulo límite estático longitudinal: 47,68°

mando o implemento dificulte el acomodo en el asiento.

El cuadro de control es sencillo y muy visible para el tractorista, permitiendo una lectura cómoda de los indicadores de temperatura, régimen del motor, horas de funcionamiento y nivel de combustible (**foto 6**).

Otro aspecto importante es el ruido. En el **cuadro V** se muestran los niveles máximos en el puesto de conducción en los modelos de la serie.

Prueba de campo

Se ha realizado un ensayo de estabilidad al vuelco, concretamente del modelo TK 100A. Este es uno de los tractores más utilizados en labores forestales, donde el nivel de riesgo es, en muchos casos, importante, por las graves consecuencias que genera.

El ensayo se estructura en dos fases (Gamarra *et al.*, 2009). Una primera, en la que se calcula la estabilidad estática del tractor, obteniendo la posición del centro de gravedad (**foto 9**) y los ángulos límite (**cuadro VI**).

En una segunda fase, se determina la estabilidad dinámica. Para ello, el tractor se en-



Foto 9 (izquierda). Pesaje del tractor en báscula para determinar la coordenada horizontal del centro de gravedad.

CUADRO VII. Índice de estabilidad dinámica y pendiente efectiva para el modelo TK 100A según las condiciones en las que se realiza el ensayo.

Condiciones del ensayo	Índice de estabilidad	Pendiente (°)
Con grada de discos	2ª velocidad	44,0
	3ª velocidad	33,7
	4ª velocidad	27,8



Foto 10 (abajo). Ensayo en pista de una picadora.

sayó en un circuito construido en el término municipal de Los Yébenes (Toledo). El circuito está compuesto por cuatro pistas experimentales de tierra compactada con anchura 5 m, longitud 50 m y pendiente homogénea a lo largo de toda la longitud (15°, 30°, 45° y 60°) (**foto 10**). Se contemplan varios factores de ensayo, como la velocidad de trabajo, las discontinuidades del terreno (piedras, tocones o baches), la humedad del terreno y el apero utilizado.

Para cuantificar la estabilidad se utiliza un índice de estabilidad que toma valores entre 0 y 100, correspondiendo al valor 100 la máxima estabilidad y al valor 0 el momento en el cual se produce la pérdida de la misma y, por tanto, el vuelco. Comparando los resultados del estudio estático con los del dinámico, se obtiene la pendiente máxima por la cual puede circular el tractor New Holland TK 100A sin presentar riesgo de vuelco (**cuadro VII**).

BIBLIOGRAFÍA

Gamarra, J.L.; Blanco-Roldán, G.L.; Gil-Ribes, J., 2009. Evaluación de las pendientes límite para el trabajo seguro con tractores y máquinas forestales. ETSIAM. Universidad de Córdoba.

MARM, 2008. Estadísticas de maquinaria agrícola. Ed. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid (obtenido electrónicamente en: <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/medios/maquinaria/maquinaria.htm>)