

Principales evoluciones de los neumáticos de los tractores agrícolas e importancia de la presión de inflado

Tendencias técnicas y recomendaciones de uso de los neumáticos de los tractores

F.J. García Ramos, M. Vidal, A. Boné.

Escuela Politécnica Superior de Huesca.

Los neumáticos de los tractores son un elemento clave para garantizar una correcta capacidad de tracción en las diferentes labores agrícolas. Sus características técnicas y sus condiciones de uso influyen en gran medida en aspectos tan importantes como la durabilidad, el consumo de combustible o la compactación del suelo.



Foto 1. Tractor de alta potencia con neumáticos adaptados a su peso.

Los neumáticos son el elemento que sirve para transmitir la potencia de tracción desarrollada por el tractor. Por lo tanto, la capacidad de tracción del tractor depende en buena medida de las características de los neumáticos de modo que el objetivo es posibilitar que la máquina desarrolle al máximo su capacidad de tracción, con un mínimo deslizamiento, evitando al máximo la compactación del terreno y con el menor consumo de combustible posible (foto 1).

En el caso de los tractores agrícolas, a diferencia de otro tipo de vehículos, existe un abanico de labores muy diferentes, desde el transporte por carretera hasta labores de arada en campo. Por lo tanto, los neumáticos deben aportar una gran polivalencia para poder

trabajar de forma satisfactoria en condiciones de trabajo tan variadas.

Tipos de neumáticos

Los fabricantes de neumáticos para tractores ofertan dos tipologías: radiales y diagonales.

En los neumáticos radiales, los hilos de las lonas se disponen perpendicularmente al plano del neumático. Adicionalmente a estas lonas, en la zona de la banda de rodadura se colocan unas capas centrales con los hilos formando un pequeño ángulo con el plano medio del neumático (figura 1). Esto permite un trabajo independiente de la zona de la banda de rodadura con respecto a los flancos y dota

al neumático de una mayor flexibilidad. Por el contrario, en los neumáticos diagonales (convencionales), los hilos de las lonas se disponen orientados entre 40 y 45° con el plano medio del neumático (figura 1), ocupando toda la geometría del mismo.

Actualmente, los neumáticos radiales sin cámara (*tubeless*) son los más utilizados debido a sus mejores prestaciones que se detallan el cuadro 1, y derivan principalmente de una mayor área de contacto con el suelo y por tanto un menor valor de la presión ejercida sobre el mismo (figura 2). Las ventajas de los neumáticos radiales sobre los diagonales han sido detalladas en diferentes estudios. Como ejemplo, citaremos los datos aportados por Robert Grisso, perteneciente a la Universidad

FIGURA 1

Tipos de neumáticos.

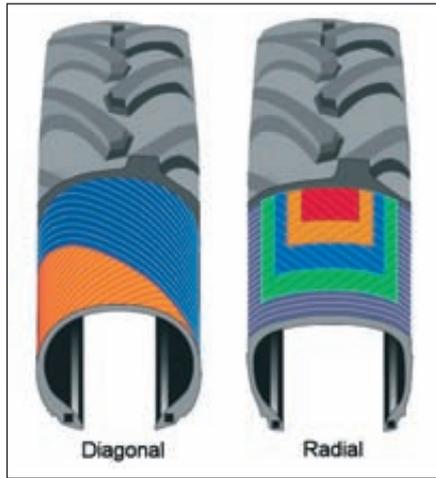
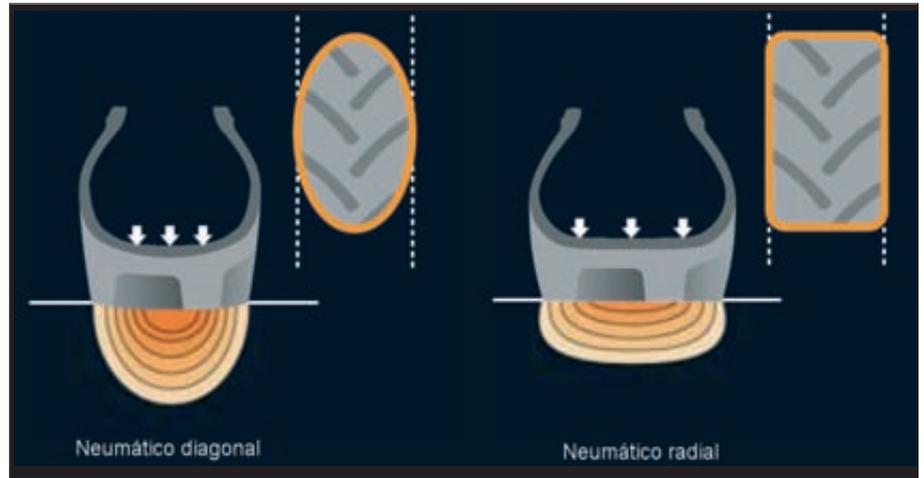


FIGURA 2

Huella y presiones transmitidas al terreno por neumáticos radiales y diagonales.



de Nebraska, que en base a datos de diversos trabajos de investigación concluye que los neumáticos radiales producen en comparación con los neumáticos diagonales:

- a) Un incremento en la tracción a la barra de entre el 6 y el 10%.
- b) Una reducción del consumo de combustible de entre el 6 y el 13%.
- c) Un incremento de durabilidad de hasta el 30%.

Nomenclatura

A continuación recordaremos algunos parámetros relacionados con la nomenclatura de los neumáticos que permiten al lector el manejo de la información recogida en los catálogos de los fabricantes.

Parámetros dimensionales

Los parámetros dimensionales son (**figura 3**):

- Altura de balón: altura de la sección.

- Anchura de balón: anchura de la sección.
- Perfil: relación altura/anchura.
- Diámetro de la llanta.
- Radio índice: valor normalizado asignado a cada neumático para calcular la velocidad teórica de avance.
- Radio sin carga: radio del neumático sin soportar carga e hinchado.
- Radio con carga: radio del neumático cuando soporta su capacidad de carga a una presión de 0,8 bar.

En base a esta nomenclatura se establece la referencia simplificada que habitualmente aparece en la documentación aportada por los fabricantes. Algunos ejemplos de nomenclatura se recogen en el **cuadro II**.

Otros parámetros

Otros parámetros que definen un neumático son:

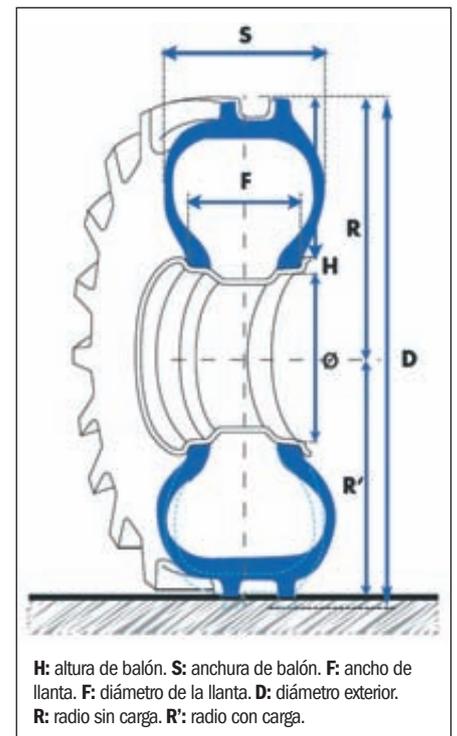
- Índice de carga: indica la carga que puede soportar un neumático a una presión de 1,6 bar. Los fabricantes suministran tablas

(**cuadro III**) en las que se detalla el valor de carga admisible en función de la presión de inflado.

- Código de velocidad: indica la velocidad máxima a la que se debe utilizar el neumático considerando la carga máxima definida por el índice de carga. Se indica con letras mayúsculas de la A hasta la G. La letra A se comple-

FIGURA 3

Parámetros dimensionales de un neumático.



H: altura de balón. **S:** anchura de balón. **F:** ancho de llanta. **D:** diámetro de la llanta. **D:** diámetro exterior. **R:** radio sin carga. **R':** radio con carga.

CUADRO I.

Principales características de los neumáticos diagonales y radiales.

RADIALES	CARACTERÍSTICA	DIAGONALES
Mayor	DURABILIDAD	Menor
Menor	COMPACTACIÓN DEL SUELO	Mayor
Mayor	CAPACIDAD DE TRACCIÓN	Menor
Menor	RESISTENCIA A LA RODADURA	Mayor
Menor	CONSUMO COMBUSTIBLE	Mayor
Menor	RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO	Mayor
Mayor	PRECIO	Menor

CUADRO II.

Ejemplos de nomenclatura de neumáticos en base a parámetros dimensionales

Neumático 18.4R38	Neumático 460/85R42	Neumático 16.9-30
18.4: anchura del neumático en pulgadas (1 pulgada = 2,54 cm). R: radial. 38: diámetro de la llanta en pulgadas.	460: anchura del neumático en milímetros. 85: relación altura/anchura en %. R: neumático radial. 42: diámetro de la llanta en pulgadas.	16.9: anchura del neumático en pulgadas. -: neumático diagonal. 30: diámetro de la llanta en pulgadas.

CUADRO III.

Principales características de los neumáticos diagonales y radiales.

Índice de carga	Carga (kg)										
60	250	81	462	102	850	123	1.550	144	2.800	165	5.150
61	257	82	475	103	875	124	1.600	145	2.900	166	5.300
62	265	83	487	104	900	125	1.650	146	3.000	167	5.450
63	272	84	500	105	925	126	1.700	147	3.075	168	5.600
64	280	85	515	106	950	127	1.750	148	3.150	169	5.800
65	290	86	530	107	975	128	1.800	149	3.250	170	6.000
66	300	87	545	108	1.000	129	1.850	150	3.350	171	6.150
67	307	88	560	109	1.030	130	1.900	151	3.450	172	6.300
68	315	89	580	110	1.060	131	1.950	152	3.550	173	6.500
69	325	90	600	111	1.090	132	2.000	153	3.650	174	6.700
70	335	91	615	112	1.120	133	2.060	154	3.750	175	6.900
71	345	92	630	113	1.150	134	2.120	155	3.875	176	7.100
72	355	93	650	114	1.180	135	2.180	156	4.000	177	7.300
73	365	94	670	115	1.215	136	2.240	157	4.125	178	7.500
74	375	95	690	116	1.250	137	2.300	158	4.250	179	7.750
75	387	96	710	117	1.285	138	2.360	159	4.375	180	8.000
76	400	97	730	118	1.320	139	2.430	160	4.500	181	8.250
77	412	98	750	119	1.360	140	2.500	161	4.625	182	8.500
78	425	99	775	120	1.400	141	2.575	162	4.750	183	8.750
79	437	100	800	121	1.450	142	2.650	163	4.875	184	9.000
80	450	101	825	122	1.500	143	2.725	164	5.000	185	9.250



Foto 2. Los neumáticos radiales aportan una mayor durabilidad y una menor compactación del terreno.

menta con números que van del 1 al 8 (**cuadro IV**).

Por otro lado, también adquiere gran importancia el tipo de banda de rodadura del neumático. En este sentido, la forma adoptada por la banda de rodadura (orientación y altura de los tacos) condiciona la capacidad de tracción del mismo y su penetración en el terreno. De forma mayoritaria, los neumáticos montados en nuestros tractores van equipados en sus ruedas motrices con bandas de rodadura en forma de V del tipo R1W. Se trata de un diseño polivalente que permite trabajar de forma adecuada tanto en transporte por carretera como en labores de campo.

Tendencias en el diseño

El sector de los neumáticos está en continua evolución para adaptarse a las necesidades de la maquinaria agrícola. En este sentido, las principales evoluciones de los neumáticos de tractores se sintetizan a continuación:

- Desarrollo de amplias gamas de modelos con neumáticos adaptados de forma específica a diferentes labores: a) neumáticos polivalentes con un rendimiento adecuado para cualquier tipo de labor, b) neumáticos con mejor adaptación a transporte, c) neumáticos para labores de tracción en campo, d) neumáticos de huella estrecha para labores especiales como por ejemplo la aplicación de productos fitosanitarios.

- Disminución del perfil del neumático (relación entre la altura y la anchura del balón, **(figura 4)** para disminuir la presión transmitida al terreno.

- Aumento del índice de velocidad y de la capacidad de carga.

- Aumento de la flexibilidad del neumático para obtener así un mejor confort de conducción, una mayor durabilidad, una baja compactación y una menor resistencia a la rodadura. Esto implica la utilización de neumáticos sin cámara. Un ejemplo es la tecnología Ultraflex desarrollada por Michelin, la tecnología AD2 (*advanced deflection design*) de Firestone o la serie de neumáticos radiales Agri-max de BKT (**foto 2**).

- Utilización de neumáticos de gran volumen en tractores de alta potencia. Se trata de neumáticos que, manteniendo el diámetro, aumentan su anchura, con anchos de balón entre 500 y 1.000 mm, para así transmitir menor

presión al terreno. Un ejemplo es la serie SVT de Continental que Mitas ha lanzado al mercado (foto 3).

Presión de inflado

La presión de inflado, el peso de la máquina y el estado del suelo condicionan la capacidad de tracción de la máquina. Si la presión transmitida por los neumáticos al terreno es elevada, puede producir una compactación del mismo con efectos negativos para el desarrollo del cultivo. Si compactamos un suelo se reduce su porosidad impidiendo un correcto desarrollo radicular, dificultando la absorción de agua y nutrientes por la planta.

La figura 5 muestra diferentes perfiles de huella de neumático sobre parcela, considerando un neumático 18.4R38, un suelo con 35% de humedad y tres presiones de inflado diferentes. Se aprecia un incremento de la profundidad de huella con el aumento de la presión de inflado. Por otro lado, la figura 6 muestra la resistencia a la penetración en el

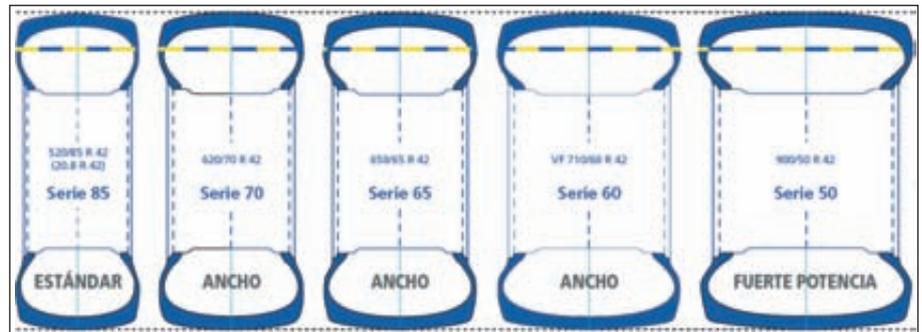
CUADRO IV.

Códigos de velocidad.

Código de velocidad	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B	C	D	E	F	G
Velocidad, km/h	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	65	70	80	90

FIGURA 4

Neumáticos con diferente perfil para un mismo diámetro.



A medida que aumenta la anchura del neumático disminuye el perfil (relación altura/anchura del balón) aumentando así el área de contacto con el suelo.

suelo para los tres valores de presión de inflado. En este caso, presiones de inflado eleva-

das producen un incremento en la compactación del suelo. Los datos proceden de un estu-



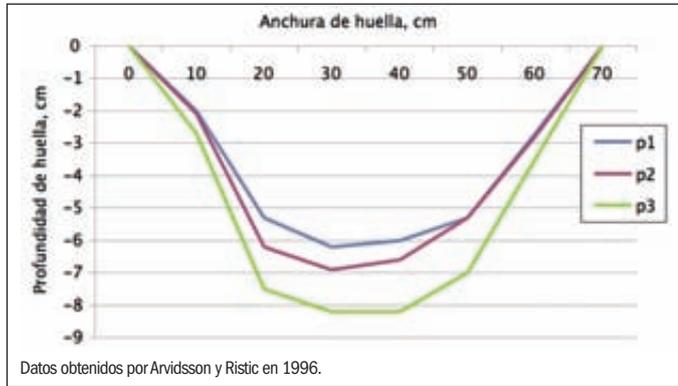
NEUMÁTICOS AGRÍCOLAS FIRESTONE Creados para mejorar resultados.

Firestone

Los neumáticos Firestone para agricultura están diseñados desde el campo para ofrecer un mayor rendimiento y eficiencia en todo tipo de condiciones de trabajo. Avanzados diseños y métodos de construcción permiten soportar mayores cargas a presiones reducidas preservando el terreno. La tecnología exclusiva de barras de doble ángulo de Firestone, el mayor ancho de rodado y la flexibilidad y resistencia de los costados extienden la vida útil de tus neumáticos al tiempo que ofrecen una excelente tracción y confort en la conducción, tanto en carretera como en el campo. **En pocas palabras, Firestone te ayuda a sacar el máximo provecho de tu cosecha, todos los días.**

FIGURA 5

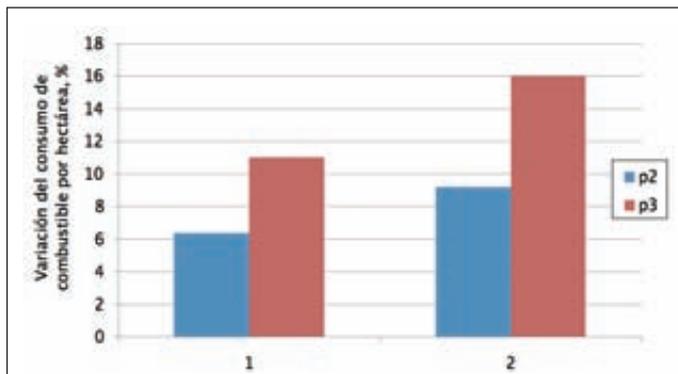
Huella de neumático 18.4R38 a tres presiones de inflado diferentes: p1: 0,8 bar; p2: 1,2 bar; p3: 1,8 bar.



Datos obtenidos por Arvidsson y Ristic en 1996.

FIGURA 7

Variación del consumo de combustible en función del tipo de suelo y la presión de inflado de los neumáticos.



El ensayo se ha realizado con grada de disco tomando como presión de referencia 1 bar en las ruedas delanteras y 0,7 bar en las traseras. 1- suelo sin alterar y 2- suelo con un pase de cultivador. p1: 1,4 bar en todas las ruedas; p2: 1,9 bar en todas las ruedas. Datos obtenidos por Serrano *et al.*, en 2009.

dió realizado por Arvidsson y Ristic en 1996.

Del mismo modo, un incremento excesivo de la presión de inflado influye en el consumo de combustible de forma negativa, ya que se reduce la capacidad de tracción durante el trabajo en parcela. Como ejemplo, Serrano *et al.*, 2009, desarrollaron un trabajo en Portugal utilizando un tractor Massey Ferguson equipado

con neumáticos delanteros 13.6R24 y traseros 16.9R34 trabajando con una grada de veinte discos en dos condiciones: 1) suelo sin alterar y 2) suelo con un pase de cultivador. Las condiciones de inflado fueron:

- a) Referencia: 1 bar en las ruedas delanteras y 0,7 bar en las traseras.
- b) P1: 1,4 bar en todas las ruedas.

c) P2: 1,9 bar en todas las ruedas.

La **figura 7** muestra parte de los resultados (ya resumidos) del ensayo donde se aprecia un incremento del consumo de combustible a medida que aumenta la presión de inflado. Dicho incremento fue más acentuado en el caso de suelos alterados.

Para garantizar que la presión de inflado es adecuada, los fabricantes de neumáticos aportan valores en función de la carga del tractor en tablas específicas, detallando la presión de inflado recomendada en función de la carga a soportar por el neumático (**cuadro V**). ●

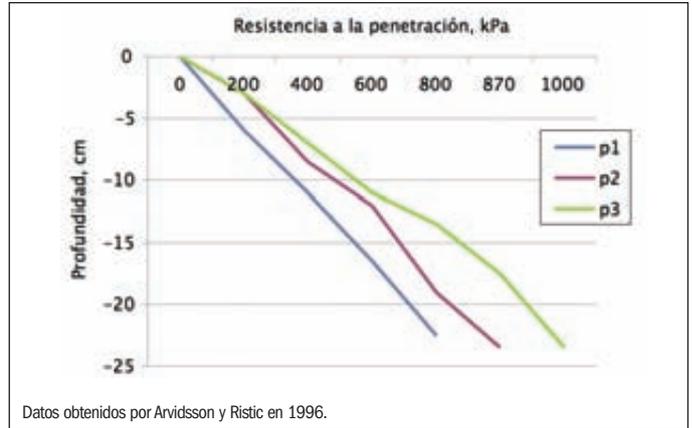
CUADRO V.

Presión de inflado en función de la carga por neumático y la velocidad de avance para el neumático 320/85R20TL de Trelleborg.

Índices de carga y código de velocidad	Km/h	Presión (bar)						
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,1
112 A8 (109 B)	40	745	820	895	970	1045	1120	1905
	30	800	880	960	1040	1120	1200	1905

FIGURA 6

Resistencia a la penetración producida en un suelo por un neumático 18.4R38 a tres presiones de inflado diferentes: p1: 0,8 bar; p2: 1,2 bar; p3: 1,8 bar.



Datos obtenidos por Arvidsson y Ristic en 1996.



Foto 3. Neumáticos de gran volumen.

Bibliografía

Los autores disponen de la bibliografía citada en el artículo.