



¿POR QUÉ SALTAN LOS TRACTORES?

Solucionar el 'galope' del tractor es uno de los retos de muchos usuarios, que en ocasiones desconocen los motivos que producen tan incómodos saltos sobre superficies planas.

En números anteriores de *agrotécnica* se analizaron los neumáticos, tanto desde el punto de vista de su marcado, su formas constructivas que afectaban a su comportamiento en condiciones de trabajo y que vendrían definidas por su capacidad de carga, velocidad máxima, superficie de apoyo, etc. En esta ocasión, vamos a profundizar en los criterios que deberían de seguirse para equipar con neumáticos a los tractores de doble tracción, que son mayoritarios en la actualidad, así como en las condiciones de inflado que se necesitan para que realicen su trabajo de manera eficiente, de manera que se eviten esos saltos, para muchos inexplicables, sobre superficies completamente planas, que dan lugar a lo que se conoce como 'galope' del tractor.

EL 'ANTICIPO' CINEMÁTICO

En los tractores de doble tracción con ruedas de diferente tamaño (tipo 2RM+EDM), la velocidades de giro de cada eje (delantero y trasero) son diferentes, ya que las ruedas tienen radios dinámicos distintos.

De esta manera, se puede conseguir que las velocidades periféricas de todas las ruedas sean similares, o lo que es lo mismo, que el camino recorrido por las ruedas del eje delantero sea igual a las del eje trasero para cualquier intervalo de tiempo considerado.

En consecuencia, entre la velocidad

de giro del eje delantero y la del eje trasero debe de existir una diferencia que se define como relación mecánica o cinemática (RC) mayor de 1, que desde el punto de vista teórico, debería de ser igual a la relación entre el radio dinámico de las ruedas del eje delantero y el de las ruedas del eje trasero.

Sin embargo, los niveles de carga sobre las ruedas de cada eje, sus presiones de inflado y los pares transmitidos por las ruedas, en cada momento, producen variaciones en los radios dinámicos de las ruedas, mientras que la relación mecánica RC se mantiene constante, ya que en los vehículos agrícolas no suelen instalarse diferenciales entre los ejes delantero y trasero.

Esto hace conveniente que la relación mecánica entre ejes sea, por construcción, algo mayor de lo teóricamente necesario para unas determinadas dimensiones de neumáticos, de manera que las ruedas delanteras vayan siempre algo más deprisa que las traseras, dando lugar a lo que se conoce como 'anticipo' cinemático.

Experimentalmente se demuestra que, para un correcto comportamiento del tractor cuando trabaja en campo, el anticipo cinemático (A) debe estar comprendido entre el 1 y el 5%.

Si el anticipo cinemático es negativo, las ruedas del eje trasero empujan a las del eje delantero, que a su vez, provocarían un empuje sobre el suelo conocido como 'efecto bulldozer', con una rodadura insuficiente para el camino que recorren, perdiéndose más potencia de la necesaria para el avance.

Si el anticipo cinemático es muy alto, el eje delantero se encarga de transmitir un elevado porcentaje de la potencia de tracción desarrollada, produciendo una sobrecarga en las transmisiones, lo que limita su vida útil, y mayor desgaste de los neumáticos, especialmente los del eje delantero.

En esta situación, con las ruedas traseras 'arrastradas' por las delanteras, sólo cuando el patinamiento de las ruedas del eje delantero aumenta considerablemente, las traseras contribuyen al avance del tractor, suministrando la potencia que les corresponde.

Pero también es frecuente que las ruedas del eje delantero sobrecargadas al transmitir más de la potencia que les corresponden rompan el suelo en el que se apoyan, despegándose de su superficie, y elevando la parte delantera del tractor de forma violenta, con lo cual las ruedas del eje trasero reciben toda la carga de golpe hasta que las ruedas del eje delantero se apoyan de nuevo y vuelven a trabajar.

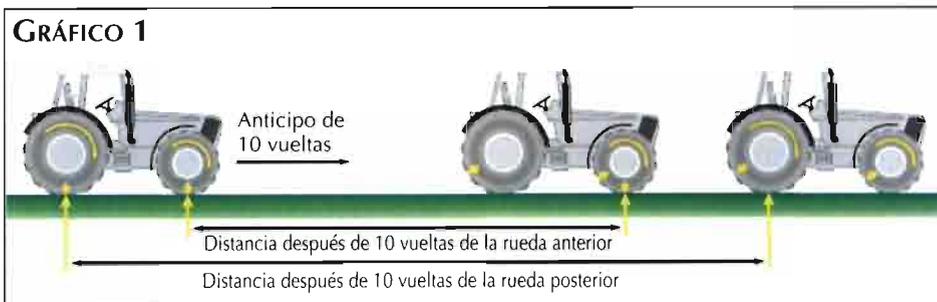
La sobrecarga violenta de las ruedas del eje trasero hace que su patinamiento aumente considerablemente de manera instantánea, pero a la vez que el neumático tienda a retorcerse sobre la llanta reduciendo su radio dinámico.

Estas variaciones de altura provocan las elevaciones alternativas de los ejes que hacen que el tractor se ponga a saltar, incluso cuando se circula sobre una superficie lisa, produciendo el fenómeno conocido como 'galope' del tractor.

DETERMINACIÓN DEL ANTICIPO CINEMÁTICO

El fabricante del tractor normalmente establece, en el manual del operador, unas recomendaciones sobre los neumáticos con los que se debe equipar el tractor, de manera que el anticipo cinemático se mantenga dentro de unos límites aceptables.

Sin embargo, las diferentes condiciones de carga con las que se pueden utilizar los tractores en el campo suele hacer necesaria la determinación del



anticipo cinemático real, verificando que se mantiene dentro de los límites indicados, especialmente cuando se detecta que se producen saltos durante el trabajo sobre superficies planas.

Para ello, una vez lastrado el tractor de acuerdo con las necesidades que impone el tipo de trabajo que se va a realizar y con los neumáticos inflados a la presión recomendada para la carga dinámica que soportan, se hará avanzar en línea recta sobre un suelo agrícola plano, contando por delante con una longitud mínima de 50 m, en las condiciones normales de funcionamiento, una vez desconectada la doble tracción.

Previamente se deben de marcar dos puntos en el costado de cada una de las ruedas del mismo lado, coincidiendo con el apoyo sobre el suelo, de manera que se pueda medir el recorrido que se produce por cada vuelta de la rueda.

En estas condiciones, se procede, como indica el Gráfico 1, a medir la longitud correspondiente a 5 vueltas

de la rueda delantera y otras 5 de la rueda trasera.

El anticipo cinemático se calculará como sigue:

$$A = (D_{D5} \times RC - D_{T5}) \times 100 \div D_{T5}$$

siendo:

A = Anticipo cinemático

D_{D5} = Distancia recorrida en cinco vueltas de la rueda delantera

D_{T5} = Distancia recorrida por cinco vueltas de la rueda trasera

RC = Relación cinemática de velocidades entre ejes delantero y trasero

El valor de A debe estar comprendido entre 1 y 5%. En el caso de que se superen estos límites, habrá que modificar las presiones de inflado de los neumáticos hasta que se consiga. Como regla práctica se recomienda partir de mayor presión de inflado en las ruedas del eje delantero y trasero (respetando las especificaciones de



los neumáticos), bajando las presiones de las del eje trasero hasta alcanzar los valores indicados.

La relación cinemática de velocidades se puede encontrar en el manual de instrucciones del tractor, aunque también se puede medir de manera aproximada utilizando un procedimiento similar al indicado anteriormente, sólo que en este caso con la doble tracción conectada, según se indica en el Gráfico 2.

La relación cinemática RC será:

$$RC = (V_{rd} + F_{rd}) \div V_{rt}$$

siendo:

RM = Relación mecánica de transmisión entre ejes

V_{rd} = Número de vueltas completas de la rueda anterior para 5 vueltas de la rueda posterior

F_{rd} = Fracción de vuelta para las 5 vueltas de la rueda anterior

V_{rt} = Número de vueltas de la rueda posterior (5)

Este valor sólo puede ser aproximado, ya que, aunque la fracción de vuelta se puede estimar contando el número de garras correspondiente al porcentaje de giro con respecto a la totalidad de las que lleva el neumático, la precisión de la medida hace que se determine una relación cinemática algo diferente de la real.

PRESIONES DE INFLADO

El correcto comportamiento de los neumáticos y su vida útil dependen en gran medida de que se mantenga su

presión de inflado en función de la carga que soportan, en los límites de capacidad de carga que dichos neumáticos admiten.

Cuando se trabaja con presión inadecuada los efectos negativos se ponen de manifiesto sobre el propio neumático, sobre el vehículo que los monta y, también, sobre el perfil del suelo cultivable por el que transita.

Cuando la presión de inflado es insuficiente se produce un calentamiento anormal del neumático que puede afectar sensiblemente a su vida útil. Esta baja presión puede provocar un desgaste irregular, daños en la estructura interna del neumático y, en casos extremos, su rotura.

Una presión excesiva hace al neumático más sensible a los daños internos en caso de choque, y en situaciones extremas puede provocar la deformación de la llanta y el estallido del propio neumático.

En el vehículo, una presión de inflado inadecuada puede producir el giro del neumático sobre la llanta, un comportamiento anormal e inestable en circulación, con mayor riesgo de accidentes por pérdida de contacto con el suelo. Además, disminuye el confort de conducción y se reduce la capacidad de tracción.

Sobre el perfil del suelo agrícola se produce una compactación superficial más elevada, que puede deteriorar la estructura del suelo, reduciendo su fertilidad.

Como referencias que permiten cuantificar la influencia que tiene la presión de inflado, tanto sobre la amplitud de la superficie de apoyo como sobre la capacidad de tracción, en comparación con lo que sucede en un neumático que se ha inflado correcta-



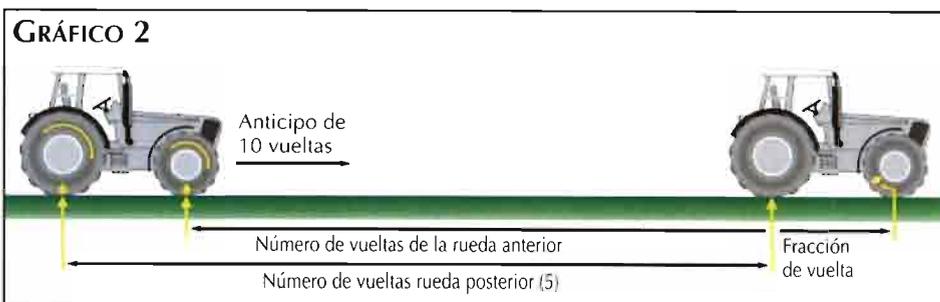
“El cambio de ‘modelo’ de neumático puede ocasionar modificaciones del radio dinámico de la rueda”

mente, se dan los valores de las Tablas 1 y 2, que corresponden a la serie TM 700 de Pirelli.

De acuerdo con lo indicado en las Tablas, en un neumático cuya presión de inflado debería de ser de 0.8 bar, según la carga dinámica que soporta en condiciones de campo, al hacerlo trabajar con una presión de 1.4 bar, su superficie de apoyo se reduce en el 14% y su capacidad de tracción en el 11% respecto a la que tendría si se respetaran los 0.8 bar.

SELECCIÓN DE LOS NEUMÁTICOS Y SUS PRESIONES DE INFLADO

Las decisiones que se toman para la selección de los neumáticos y sobre sus presiones de inflado tienen efectos significativos sobre la eficiencia del



TABLAS 1 y 2



tractor, tanto para las operaciones de campo como para el transporte por carretera.

Con la doble tracción, cuando se trabaja sobre el suelo agrícola, es aconsejable que los neumáticos del eje delantero alcancen una velocidad periférica algo mayor que los del eje trasero (anticipo cinemático) para que se reparta mejor el esfuerzo de tracción entre los ejes, aunque sin que el avance cinemático supere valores del 4 ó 5%.

Cuando hay que trabajar sobre suelos duros, o para el transporte por carretera, suele ser preferible desconectar la doble tracción, ya que en ca-

• Reducción de la superficie de apoyo respecto al valor normal para neumáticos Pirelli TM 7000 (en porcentaje)

Presiones de inflado correctas (bar)

Presiones (bar)	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
0.4	0						
0.6	-14	0					
0.8	-23	-9	0				
1.0	-26	-13	-4	0			
1.2	-31	-19	-11	-7	0		
1.4	-33	-22	-14	-10	-4	0	
1.6	-34	-23	-15	-12	-5	-1	0

• Reducción de la capacidad de tracción respecto al valor normal para neumáticos Pirelli TM 7000 (en porcentaje)

Presiones de inflado correctas (bar)

Presiones (bar)	0.6	0.8	1.0	1.2	1.3	1.4	1.6
0.6	0						
0.8	-4	0					
1.0	-7	-4	0				
1.2	-11	-7	-4	0			
1.3	-12	-9	-6	-2	0		
1.4	-14	-11	-8	-4	-2	0	
1.6	-18	-15	-12	-8	-7	-5	0

so contrario se producen sobrecargas en la transmisión del eje delantero, salvo en el caso de que se pueda reducir el anticipo cinemático a valores entre el 0 y el 1%.

En consecuencia, la sustitución de los neumáticos en los tractores de doble tracción con ruedas de diámetro diferente en cada eje, sólo puede hacerse utilizando aquellos cuyas dimensiones sean compatibles, según se indican en el manual del operador suministrado por el fabricante, siendo aconsejable, además, hacer una comprobación complementaria, ya que el cambio de marca o de modelo de neumático, aunque en él aparezca la misma referencia, puede ofrecer radios dinámicos ligeramente diferentes.

Para compensar las pequeñas diferencias se puede recurrir a modificar las presiones de inflado, de manera que el anticipo cinemático se mantenga entre los límites anteriormente señalados.

También hay que destacar que la excesiva sensibilidad del regulador, en los tractores con control electrónico, puede inducir a que se intensifiquen los fenómenos de 'galope'.

