

La «ergonomía» de los tractores

● PROF. LUIS MARQUEZ. Dr. Ingeniero Agrónomo

Mucho han cambiado los tractores desde que aparecieron, hace ya cerca de un siglo, en el mundo de la agricultura. Al principio con motores de petróleo, para pasar pronto a motores diesel, cada vez más eficientes, robustos y duraderos; transmisiones con mejor escalonamiento de marchas y en número que a veces puede llegar a ser excesivo para lo que verdaderamente necesita el usuario; enganches con control hidráulico de posición y de carga, en los que la electrónica más reciente permite mejorar la homogeneidad del trabajo a la vez que ofrecen una buena eficacia en tracción; sistemas de dirección precisos que requieren el mínimo esfuerzo para su manejo; y sobre todo, las ruedas neumáticas, verdadero punto de apoyo del tractor, que, junto con la propulsión total, ayudan a convertir la potencia de motor en potencia de tracción, en las condiciones difíciles y variables de suelos y caminos agrícolas.

En este continuo avance, si hubiera que destacar el aspecto que más ha cambiado en los tractores modernos, frente a lo que ofrecían sus antepasados, éste sería el de la «seguridad en el trabajo», o dicho de otra manera más precisa: los aspectos «ergonómicos» del diseño y de la construcción de los tractores agrícolas.

Se puede decir que cuando los primeros tractores llegan a la agricultura, la «Ergonomía», ciencia que estudia las relaciones del hombre con la máquina, prácticamente era desconocida para el conjunto de la sociedad, y lógicamente ignorada en el diseño de los tractores.

Cuando se inicia la Revolución Industrial y la mecanización de la agricultura, se considera que con sólo liberar al hombre del esfuerzo físico que suponía el duro trabajo manual todo estaba resuelto. El agricultor que seguía a una yunta de mulas o de bueyes, con las manos sobre las manceras del arado, al encontrarse con un asiento, por incómodo que fuera, situado tras un volante y con posibilidad de accionar un acelerador para modificar la velocidad de avance, se «cansaba» mucho menos, y veía de esta manera superados sus límites físicos.

Al poco tiempo se vio que esto no era suficiente: el nuevo puesto de trabajo llevaba implícitas unas tensiones que no existían con los animales: había que mante-



Ergonomía y seguridad, el gran avance introducido en el tractor moderno.

ner la concentración de manera continua, a veces se necesitaban esfuerzos considerables, difícilmente compatibles con la posición sentada, y aparecían problemas para la salud de los conductores, en especial, como consecuencia de los ruidos y de las vibraciones que llegaban al puesto de conducción. Parecía que la naturaleza humana se adaptaba mejor al esfuerzo físico realizado en movimiento, que a las cargas y tensiones que aparecían en el nuevo puesto de trabajo «elástico», difícilmente compatible con los condicionantes físicos, fisiológicos y psicológicos del hombre. Y sin olvidar otros riesgos para la salud: numerosos accidentes provocados por los dispositivos mecánicos que ocasionaban heridas, e incluso la muerte, del conductor o de otros individuos que se relacionaban directa o indirectamente con la máquina.

El estudio de estos problemas, que al principio atrajo la atención de los investigadores de manera puntual, poco a poco se convirtió en una parte del conocimiento científico, pasando, en 1949, a denominarse «Ergonomía», entendiéndose como tal la ciencia que estudia la actividad del

hombre que utiliza máquinas, y que busca, como objetivo prioritario, la optimización de las condiciones de trabajo. Una ciencia que necesariamente se relaciona con la psicología, con la anatomía y la fisiología y con la higiene del trabajo.

Con ella se ha pasado a considerar al hombre como un componente de la máquina, el más importante, porque de su adecuada integración en la máquina se deriva el buen funcionamiento de ésta. La calidad ergonómica de la máquina incluye la facilidad de manejo, de mantenimiento y sobre todo la «habitabilidad» que ofrece para el hombre que la maneja.

Con ello la Ergonomía se integra en el diseño de la máquina, a la vez que se utiliza para modificar las condiciones que afectan desfavorablemente la relación del hombre con ella, siempre contando con un problema adicional: la «no homogeneidad» del factor humano.

La ergonomía ha cambiado el mundo industrial y de la mecanización. Si bien al principio se seleccionaba el personal por su capacidad para realizar una determinada aplicación, o sea, la adaptación del

hombre a la máquina, capacitándolo si se considera necesario para su utilización eficiente, poco a poco ha permitido adaptar la máquina al hombre que la maneja, ya que de esta manera se garantiza su empleo más eficiente.

Esto, como era de esperar, se ha aplicado en el diseño y construcción de los tractores agrícolas, tanto por la demanda de los compradores, en un mercado con fuerte competencia, como por las exigencias de las administraciones públicas, sobre todo en los aspectos que pueden dañar a la salud del utilizador. Además, la presencia cada vez más frecuente de la mujer en las actividades agrícolas, ha introducido limitaciones adicionales en el diseño de los puestos de conducción, de manera que éstos se adaptan con facilidad a las diferentes tipologías y condicionantes físicos de todas las personas que los pueden utilizar.

Evitar el riesgo de muerte en el vuelco del tractor

Cuando se estudia la evolución del tractor agrícola en los aspectos ergonómicos, la primera preocupación de los diseñadores y usuarios va dirigida a evitar los riesgos de muerte por aplastamiento que se producen como consecuencia del vuelco accidental de los tractores agrícolas.

Con unas cajas de cambio que reducen notablemente el régimen de giro del motor, multiplicando las fuerzas que llegan a las ruedas, el vuelco del tractor es algo que puede producirse incluso en el suelo más llano. Las consecuencias son graves: cuando vuelca un tractor sin cabina, o sin estructura de protección, en más del 50% de los casos se produce el aplastamiento del conductor, ocasionándole la muerte. La baja velocidad de avance impide el «lanzamiento» del conductor, por lo que, en la mayoría de los casos, queda debajo, ya que el vuelco aparece frecuentemente de manera instantánea impidiendo su «escape».

Durante los años '50 y '60 se realizan experiencias buscando la forma de evitar el vuelco de los tractores agrícolas, o, si esto no fuera posible, minimizar el riesgo de daños para el conductor. La solución a la que se llegó está plenamente aceptada en la actualidad: bastidores y cabinas de protección, resistentes al vuelco, que mantienen un espacio suficiente entre el tractor y el suelo, que impide el aplastamiento del conductor (zona de seguridad).

Esta forma de protección se ha impuesto en la reglamentación internacional, y, en estos momentos, para que un tractor llegue a comercializarse, pasando lo que se conoce como homologación de «tipo», necesita contar con una cabina, o estruc-



Los tractores actuales integran la cabina en el diseño general, haciendo compatible la seguridad y una inmejorable visibilidad, tanto de la parte posterior como frontal del tractor.

tura de seguridad, ensayada de manera que garantice la protección del conductor.

Esto que empezó aplicándose de manera obligatoria al tractor «normal» o «estándar», se ha ampliado a otros tractores de diseño, como los tractores estrechos, que, por necesidades de su función agrícola, difícilmente pueden admitir una estructura de gran dimensión capaz de proteger ampliamente el espacio que ocupa el conductor. Para estos casos, como una solución de compromiso, se admiten arcos «antirrodadura» (la rodadura del tractor que vuelca ocasiona el mayor riesgo para el conductor) que protegen un espacio conocido como de «supervivencia», admisible siempre que se garantice que el tractor ofrece unos niveles mínimos de estabilidad.

Junto con esta protección estructural, por todos admitida, poco a poco se han implantado los escudos de protección para los elementos en movimiento, como las transmisiones cardán, las tomas de fuerza, o de los puntos que pueden producir aplastamiento, o atrapamiento, durante la conducción o en el mantenimiento del tractor.

La visibilidad ante todo

Cuando se introducen las primeras cabinas, el usuario acepta con dificultad la pérdida de visibilidad que se produce en el puesto de conducción: ver directamente las herramientas de trabajo de suelo mejora la calidad de la labor. Los tractores agrícolas más modernos, al integrar la ca-

bina en el diseño del tractor, han puesto de manifiesto que son compatibles las cabinas de «seguridad», completamente cerradas, con una inmejorable visibilidad, tanto de los aperos y máquinas enganchados en la parte posterior, como en el frontal del tractor.

Además, la conducción del tractor agrícola en las diferentes labores del campo impone continuamente intervenciones en los controles y cambios de dirección de la cabeza para atender tanto a la delantera como a la trasera del tractor. Esto, por una parte, ha obligado a establecer los controles de manera que su acceso sea cómodo, situándolos en las zonas en las que

las manos y piernas pueden moverse con facilidad y realizar un esfuerzo en límites aceptables para cualquier individuo adulto, incluso con poca fuerza física. Por otra parte, se combinan y automatizan los controles, manteniendo en ellos funciones similares para cualquier marca o modelo de tractor. Otro tanto puede decirse de la «información» para la conducción, que,

ante todo, se hace clara y precisa, manteniéndose en los límites necesarios para el eficaz manejo del tractor.

Ahora es posible cambiar el modelo de tractor con la seguridad de que la adaptación al puesto de conducción es inmediata: se repiten sistemáticamente los mismos elementos de control y su posición está de acuerdo con unas normas técnicas que garantizan el acceso para cualquier conductor, con independencia de su talla o peso. La reglamentación oficial exige el

**Las exigencias
ergonómicas están
relacionadas
con la salud
del tractorista
y su rendimiento**

cumplimiento de estas normas de posición de los controles y limita los esfuerzos para su accionamiento, e incluso exige la presencia de símbolos estandarizados que garantizan su identificación.

Otro aspecto muy cuidado por los fabricantes es el de los accesos al puesto de conducción. La comodidad de este acceso la exige el comprador, pero también hay que señalar que los mínimos que establecen los reglamentos de homologación son necesarios para evitar accidentes: caídas al subir y al bajar del tractor, bastante frecuentes y con consecuencias a veces graves para el conductor.

Los factores ambientales del puesto de conducción

Si hay algo que llama la atención al acceder al puesto de conducción de un tractor moderno es el confort que se aprecia en su interior. Muchas veces al potencial usuario se le van los ojos hacia el magnífico «radiocasette» montado en la cabina, pero, desde luego, esto no es lo más importante. Contar con un entorno climatizado, con bajo nivel de ruidos y vibraciones, permite trabajar de manera continua, durante muchas horas, sin a penas cansancio. Todo lo contrario de lo que sucede en un puesto de conducción ruidoso y polvoriento, sometido a unas sacudidas que a penas amortigua un asiento de mala calidad.

Estas mejoras en el diseño, que en cierto modo son esenciales para la salud del conductor, no siempre se encuentran presentes. Los modelos básicos prescinden de ellas, porque lógicamente encarecen la fabricación del tractor.

Este encarecimiento no es debido sólo a la necesidad de instalar un equipo de aire acondicionado, sino a otros aspectos que el usuario aprecia menos, pero que en climas no demasiado calurosos son tan importantes o más que la propia climatización: el aislamiento del puesto de conducción para conseguir un nivel de ruido que no perjudique con el tiempo la salud del conductor.

La reducción del nivel sonoro en el puesto de conducción es algo que en estos momentos preocupa a los fabricantes. Adaptarse a los límites que impone la legislación comunitaria no es sencillo, aunque se comercializan tractores que mantienen los niveles de



El confort de las cabinas es espectacular.

ruido muy por debajo de lo exigido: conseguir un bajo nivel sonoro en el interior de una cabina cerrada puede hacerse con un buen aislamiento, aunque esto aumente el coste de fabricación, pero ¿en los tractores dotados con un simple bastidor? En los tractores pequeños, poco a poco, se cambian los diseños de los motores para controlar los niveles de emisión sonora, y la refrigeración por aire la abandonan incluso sus más acérrimos defensores por algo que nada tiene que ver con su fiabilidad: conseguir motores menos ruidosos según exige la reglamentación.

Cuando se conocen las pérdidas de audición que se produce en las personas que ocupan los puestos de trabajo expuestos a niveles sonoros elevados (más de 90 dB A), queda claro que para un tractor que se maneja a diario, contar con un bajo nivel de ruido en el puesto de con-

Los tractores modernos ofrecen bajo nivel de ruido y asientos con capacidad para amortiguar las vibraciones.



ducción es imprescindible para garantizar la salud del conductor.

Otro tanto puede decirse del asiento y su capacidad para amortiguar las vibraciones de baja frecuencia que se producen como consecuencia del movimiento del tractor, que sólo dispone de los neumáticos como elementos de suspensión. Con los comienzos de la tractorización de la agricultura se puso de manifiesto un notable incremento de los problemas de salud para los tractoristas, especialmente relacionados con la columna vertebral (hernia de disco) o estómago. Se observa que, para conductores con diez años de actividad, se llegaban a

producir daños en el 50% de los individuos de la muestra estudiada, nivel de daños que, en trabajos considerados muy duros, como los de minería, sólo se alcanzaban con más de 25 años de actividad.

Los daños producidos son una consecuencia de que las frecuencias de vibración del tractor agrícola coinciden con las frecuencias de resonancia del cuerpo humano, de manera que el conductor sentado sobre un asiento sin amortiguación, o con una amortiguación inapropiada, sufre un movimiento «acordeón» en su columna vertebral que a corto plazo le lleva a padecer una enfermedad «profesional».

Como consecuencia de este riesgo para la salud, la normativa europea ha establecido la necesidad de incorporar en los tractores agrícolas un asiento del conductor dotado de un sistema de amortiguación apropiado, lo que se debe demostrar en un ensayo realizado en un banco de vibraciones o sobre una pista irregular normalizada. Lamentablemente en España no se aplica esta «Directiva parcial», por lo que llegan al mercado tractores «básicos» con asientos de muy mala calidad.

Además, se da la circunstancia que los tractos «ligeros» (de baja potencia, que suelen ser los más baratos) en su desplazamiento producen unas vibraciones de frecuencia e intensidad más perjudiciales para el conductor que los «pesados» (más caros), en los cuales la incorporación de un asiento de buena calidad no tiene efecto significativo sobre los costes de fabricación. ¿Se impondrá a corto plazo la obligatoriedad de los asientos «homologados» para todos los tractores?

A este respecto hay que indicar que un asiento apropiado no

TRACTORES

tiene que ser un asiento muy costoso, dotado de amortiguación «neumática». Con sistemas mecánicos se pueden conseguir similares niveles de amortiguación: la única diferencia está en que con un asiento «neumático» el ajuste del sistema de amortiguación se realiza automáticamente en función del peso del conductor, mientras que en uno mecánico hay que hacerlo a mano. Pero esta diferencia se paga en el momento de adquisición, lo cual es poco significativo en los grandes tractores, pero innecesario en los modelos sencillos.

Volviendo a la climatización hay que señalar que a medida que una cabina se aísla y se dota al tractor de un puesto de conducción con ambiente agradable, hay que mejorar los sistemas de control interno, de manera que no haya que entrar y salir continuamente del puesto de trabajo. En caso contrario, los problemas para la salud aparecen de manera inmediata como consecuencia de los cambios de temperatura a que se somete el tractorista. Un puesto de conducción cerrado proporciona además un aislamiento del polvo y de los productos más o menos tóxicos que se utilizan para la protección fitosanitaria, en cuyo caso se necesita incluir filtros apro-

piados (ej.: carbón activado), que permitan una entrada suficiente de aire limpio.

Los aspectos económicos de la ergonomía

Las exigencias ergonómicas son bastante más que una cuestión de confort o de lujo. La salud del conductor y su capacidad de esfuerzo continuado influyen notablemente en el rendimiento y la economía de la producción, aunque es, a menudo, difícil valorar cuantitativamente, desde el punto de vista económico, las mejoras ergonómicas que se introducen en el puesto de conducción, aunque cada vez sean mejor valoradas desde el punto de vista social.

El cumplimiento de las normas técnicas relacionadas con la ergonomía y la seguridad en el trabajo que imponen los reglamentos de «homologación» de ninguna manera pueden considerarse como originarias de costes suplementarios, sobre todo si sus exigencias se integran en el diseño, pero para que la normativa sea verdadera-

mente eficaz se necesita una formación del usuario en relación con la Ergonomía, de manera que comprenda la importancia que tiene respetar sus principios.

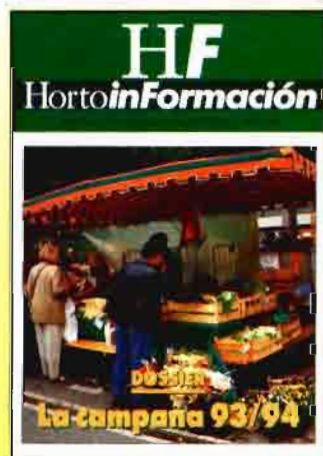
Hay además otro aspecto que debe considerarse cualquier empresario agrícola o usuario de tractores. Las mejoras ergonómicas pueden encarecer el producto final, pero con un tractor adecuadamente diseñado a este respecto, se puede trabajar sin problemas por encima de las 1.000 h/año, con lo que se rentabiliza la mejora, aunque será difícil-

mente rentabilizable en un tractor que apenas trabaje 200 h/año y en condiciones climáticas favorables.

La diferencia de rentabilidad que se produce por una mayor utilización anual del tractor compensa el incremento del coste que suponen las más recientes mejoras ergonómicas, pero sin olvidar tampoco su importancia sobre la salud del conductor. ■

**Todavía
llegan al mercado
tractores
básicos
con asientos
de mala calidad**

SUSCRIBASE A LAS REVISTAS DEL CAMPO



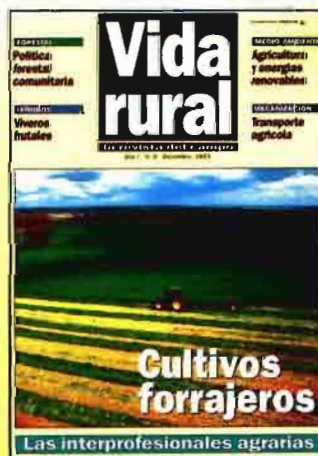
HF - HORTOINFORMACION

Revista mensual con la más actualizada información técnica sobre el sector de las hortalizas en España. (11 n.º/año)



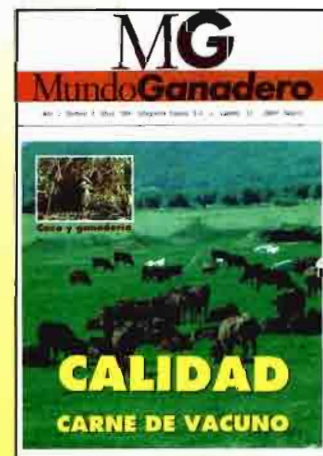
VV - VITIVINICULTURA

Publicación bimestral que representa un instrumento fundamental para cuantos se dedican a la viticultura, la enología y los vinos. (6 n.º/año)



VIDA RURAL

Una publicación mensual, referencia obligada para todos aquellos que forman parte del amplio mundo de la maquinaria agrícola, los cultivos, la reforestación y el medioambiente en España. (11 n.º/año)



MG - MUNDO GANADERO

La revista mensual que necesita el mundo ganadero español: veterinarios, ingenieros, técnicos, empresarios y ganaderos en general. (11 n.º/año)

¡SI DESEA SUSCRIBIRSE ENVÍENOS EL BOLETIN DE SUSCRIPCION!