



FACULTAD DE AGRONOMIA

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES



TRABAJO FINAL

ESPECIALIZACION EN HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO AGRARIO

Escuela para Graduados Alberto Soriano

PREVENCION EN ACCION Y EL USO DEL TRACTOR



ALUMNO: Ing. Agr. Ángel Romito

TUTOR: Lic. Julio C. Pollacino Dr. Ing. Agr.

Año 2014

AGRADECIMIENTOS

*“Si se siente gratitud y no se la expresa
es como envolver un regalo y no darlo”
William A. Ward (1921-1994)*

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Julio César Pollacino
Ana Cristina Amador
Mario Omar Tesouro
Lidia Beatriz Donato
Juan Pablo D’Amico
Marcos Andrés Roba
Adriana Peralta

*En memoria
de mi tía Aída,
que dedicó su vida
para que yo fuera
lo que soy*

PRÓLOGO

Este trabajo se vio enriquecido debido a la experiencia personal en razón de mi labor en el Laboratorio de Terramecánica e Implantación de Cultivos del Instituto de Ingeniería Rural (INTA Castelar) y como docente en la Cátedra de Energía y Mecanización Agraria de la Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Morón.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. ANTECEDENTES: LA SITUACIÓN EN CIFRAS	7
3. OBJETIVOS	10
4. METODOLOGÍA	10
5. DESARROLLO	11
5.1 RIESGOS VINCULADOS AL SISTEMA HOMBRE-MÁQUINA	11
5.2. RIESGOS VINCULADOS AL DISEÑO DEL TRACTOR	12
5.2.1 Vuelcos, caídas y atrapamiento	12
5.2.1.1 Precauciones para evitar accidentes con el tractor	15
5.2.2 Vibraciones	17
5.2.2.1 Sugerencias para reducir los niveles de vibraciones o atemperar sus efectos	23
5.2.3 Ruido	23
5.2.3.1 Sugerencias para reducir los niveles de ruido o atemperar sus efectos	29
5.2.4 Iluminación y visibilidad	29
5.2.4.1 Sugerencias para mantener la correcta visibilidad en el tractor	31
5.3 RIESGOS VINCULADOS AL AMBIENTE EN QUE SE MUEVE EL TRACTOR	31
5.3.1 Temperatura	31
5.3.1.1 Medidas preventivas	33
5.3.2 Polvo	34
5.3.2.1 Medidas preventivas	35
6. MODIFICACIONES SOBRE TRACTORES ANTIGUOS	35
7. ACCIONES A SEGUIR	39
8. CONCLUSIONES	42
9. BIBLIOGRAFÍA	43

1. INTRODUCCIÓN

La mecanización en el ámbito agrícola argentino comienza un proceso de intensificación a partir de principios del siglo XX; en los primeros años del citado siglo se incorporan los tractores impulsados por vapor y provistos de ruedas metálicas. En la década de 1920 se difunden los tractores con motor de combustión interna y para finales de los años 30 se incorpora otro avance de fundamental importancia, el neumático, que posibilita el aumento de las velocidades de trabajo de campo y de transporte, aún en camino firme.

En las primeras etapas de la tractorización, la mirada de los fabricantes se centraba en el aumento del rendimiento del trabajo, la transformación de la energía y en los órganos mecánicos, no así en la seguridad de los operadores. Así se establecieron dos corrientes claramente diferenciadas: una americana (Human factors) que subraya los aspectos humanos por sobre la importancia económica y otra europea (Ergonomics), que apunta a considerar marcadamente el incremento de la producción.

En los últimos años se ha verificado un cambio sobre los diseños antiguos de maquinaria agrícola, entre ellos en el tractor, pasando el factor humano a ser el primero de los aspectos considerados (Pollacino, 2009). No obstante este cambio de concepción, el trabajo agropecuario sigue comprendiendo uno de los espacios laborales de mayor accidentología, particularmente en la Argentina por sobre la industria manufacturera y la minería. La Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT) dependiente del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación (MTESS) hace referencia al **Índice de Incidencia**, el cual expresa la cantidad de trabajadores o personas damnificados por motivo y/o en ocasión del empleo – incluidas las enfermedades profesionales- en un período de un año, por cada mil trabajadores expuestos (Tabla 1).

Tabla 1: Índice de incidencia de las actividades más riesgosas

Actividad	Índice de incidencia
Construcción	139,3
Sector agropecuario	94,8
Ind. manufacturera	91,5
Minería	53,4

Fuente: MTESS (2009). www.trabajo.gov.ar

Como puede observarse, el sector agropecuario sólo es superado por el de la construcción. Si bien este índice es dinámico, hay varios factores que se combinan para que sea tan elevado en

el agro. Entre ellos se pueden mencionar el factor climático, las características de la maquinaria agrícola y por último, el factor humano. Esta combinación resulta tan importante que si se la relaciona con el Índice de Gravedad: ***Duración media de las bajas (en días)***, que expresa la cantidad de jornadas no trabajadas en promedio por cada trabajador damnificado incluyendo solamente aquellos con baja laboral, resulta que el sector agropecuario encabeza la lista de las actividades consideradas (Tabla 2).

Tabla 2: Índice de gravedad para las actividades más riesgosas

Actividad	Duración media de las bajas (en días)
Sector agropecuario	32,2
Minería	30,5
Ind. manufacturera	25,7
Construcción	25,5

Fuente: MTESyS (2009). www.trabajo.gov.ar

Así como los factores climáticos no se pueden manejar, sí es posible intervenir sobre las máquinas así como sobre la acción del hombre sobre las mismas. Esto hace que si estos dos últimos factores no se interrelacionan de la manera correcta puedan provocar acontecimientos no deseados involucrando a uno o ambos factores en juego. Así, el operador puede enfermar, resultar lesionado y en el peor de los casos, encontrar la muerte. Por otra parte, se debe subrayar que si el operador no comprende el “idioma” de la máquina, no sólo él, sino también ella, pueden sufrir daños de distinto orden y/o no trabajar en el máximo de su capacidad, lo cual inexorablemente se traducirá en pérdidas económicas.

Los avances tecnológicos con respecto a la maquinaria agrícola fueron creciendo y siguen actualizándose y mejorándose a pasos agigantados. El ritmo acelerado de los citados avances y el manejo de las máquinas y equipos exige un conocimiento cada vez más especializado. Un ejemplo de estos adelantos ha sido el tractor que, como se define en la Norma IRAM 8001 (1993) es la **“máquina agrícola diseñada para suministrar potencia a otras máquinas agrícolas”**. Como ejemplo de su desarrollo, ha incorporado la cabina confortable y diseñada ergonómicamente, el **ROPS** (Roll-Over Protective Structure¹), cosa que tiempo atrás era impensable incorporar a una máquina diseñada para suministrar potencia. Así se tiene un reflejo de los avances que se han logrado en carácter de ergonomía, seguridad y salud.

¹ ROPS: Estructura de protección contra vuelcos

En la actualidad se diseña a la máquina alrededor del operador respetando los análisis antropométricos realizados por ergónomos que hoy en día han pasado a ser “una pieza” fundamental en el Departamento de Investigación y Desarrollo de cualquier empresa fabricante de máquinas y equipos. Sin embargo en términos de seguridad la máquina más moderna y segura es peligrosa en manos de operarios inexpertos, de ahí que se debe resaltar la capacitación y la toma de conciencia, directamente relacionadas con la prevención de accidentes.

Un accidente puede provocarse debido a una escasa capacitación del operador, negligencia del mismo y/o desconocimiento de los posibles peligros, por lo que la capacitación debería ser obligatoria y “continua”. En síntesis, por negligencia o impericia Pollacino (2000) cita *“Sin la mecanización, no es posible la producción agropecuaria moderna, pero la maquinaria es peligrosa, no sólo a causa de un eventual mal diseño, sino también por la inadecuada intervención del hombre”*. El mismo autor diferencia claramente a las remanidas “campañas” de la indispensable capacitación permanente. Esto demuestra que también la ergonomía es una parte importante y fundamental para la prevención de accidentes, tanto como lo es la capacitación y prevención.

La integración de los conceptos del párrafo anterior permite llegar a la definición de la seguridad como **prevención en acción** donde por prevención se expresa el actuar antes de que sucedan los acontecimientos no deseados y por acción, la toma de conciencia y capacitación permanente.

2. ANTECEDENTES: LA SITUACIÓN EN CIFRAS

Durante largos años, el tractor en Argentina no fue diseñado considerando aspectos vinculados con la ergonomía ni respetando normas de seguridad. Como puede observarse en la Tabla 3 y en la Figura 1 aproximadamente el 73 % del parque de tractores tiene 15 años o más, lo cual refleja que ese alto porcentaje no tiene los dispositivos de seguridad básicos para brindarle protección al operador.

Tabla 3: Existencia de tractores en las explotaciones agropecuarias, por provincia, según escala de antigüedad. Total país.

Existencia de tractores en las explotaciones agropecuarias (EAP), por provincia, según escala de antigüedad. Total del país. Año 2002.						
	Total de tractores	Antigüedad en años				
		Menos de 5	5 a 9	10 a 14	15 ó más	Sin discriminar
	Unidades					
Total del país	244.320	14.147	23.432	28.702	177.702	337
Provincia		5,79 %	9,59 %	11,75%	72,73 %	0,14 %
Buenos Aires	62.259	4.065	6.704	7.620	43.789	81
Catamarca	1.191	194	175	119	700	3
Chaco	10.379	320	1.237	946	7.870	6
Chubut	1.342	46	74	69	1.150	3
Córdoba	40.348	2.683	4.322	5.706	27.617	20
Corrientes	4.249	218	353	458	3.217	3
Entre Ríos	17.090	1.016	1.571	1.799	12.684	20
Formosa	1.857	73	98	171	1.505	10
Jujuy	3.074	317	420	343	1.994	-
La Pampa	8.401	611	996	1.041	5.744	9
La Rioja	980	163	127	84	604	2
Mendoza	16.832	637	914	1.329	13.938	14
Misiones	8.548	115	199	572	7.583	79
Neuquén	1.318	122	79	123	982	12
Río Negro	5.799	235	428	575	4.552	9
Salta	4.429	380	616	674	2.750	9
San Juan	4.083	315	435	419	2.912	2
San Luis	2.333	129	197	292	1.711	4
Santa Cruz	298	11	18	20	245	4
Santa Fe	37.443	1.743	3.226	4.695	27.747	32
Santiago del Estero	4.394	314	550	662	2.858	10
Tierra del Fuego	76	3	6	11	56	-
Tucumán	7.597	437	687	974	5.494	5

Fuente: INDEC. (2002). www.indec.gov.ar (Censo Nacional Agropecuario 2002)

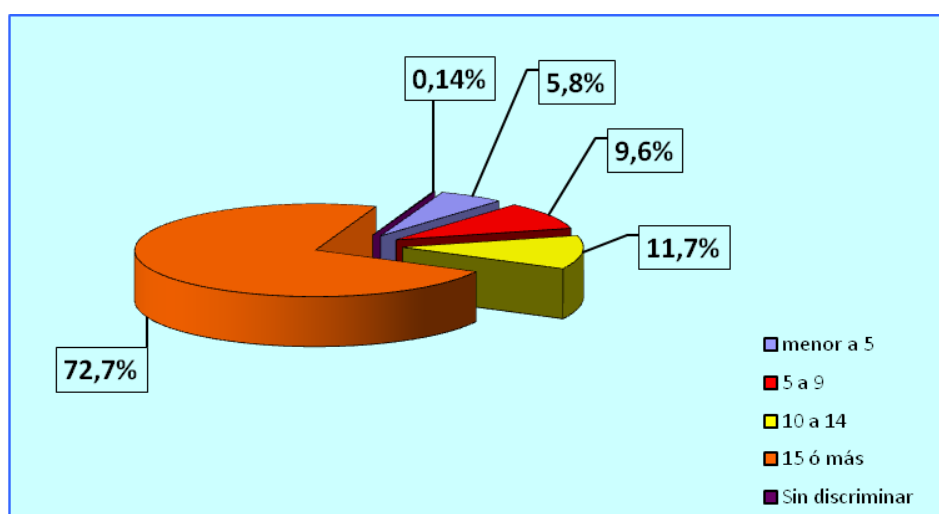


Figura 1: Antigüedad en años de los tractores. Total del país.

Fuente: INDEC. (2002) www.indec.gov.ar (Censo Nacional Agropecuario 2002)

Más recientemente en un relevamiento (estudio de campo) realizado por profesionales del INTA en el marco del Proyecto Específico “Mejoramiento de la Implantación de los Principales Cultivos”, Tesouro et al. (2009 a,b) comprobaron que la antigüedad promedio de los tractores en el área de influencia de la EEA Famaillá (Tucumán y Santiago del Estero) es de 13 años y en el área de influencia de la EEA Pergamino (zona norte de la provincia de Buenos Aires) la misma alcanza un valor de 18 años.

Respecto a los accidentes en el ámbito agrario las cifras que nos revela la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT) registran para el año 2009 la existencia de 38.642 casos notificados de los cuales el 89,9% corresponde a accidentes de trabajo sobre un total de 345.852 trabajadores agrarios cubiertos por el sistema (Tabla 4).

Tabla 4: Accidentes en el ámbito rural: Casos notificados, según tipo de evento (2009)

Tipo de evento	Casos	Porcentaje
Accidente de trabajo	34.728	89,9%
Enfermedad Profesional	466	1,2%
Accidente “In Itinere”	1.853	4,8%
Reagravación ²	1.595	4,1%
Total	38.642	100,0%

Fuente: www.srt.gov.ar

Las estadísticas oficiales señalan que el 59 % de los trabajadores agrícolas se encuentran trabajando “en negro” según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC. 2011), lo cual impide tener datos precisos que caractericen al sector en cuestión, ya que muchos de los accidentes que posiblemente ocurren están fuera del sistema que registra la SRT.

En contraposición en la Tabla 5, Agricultural Injury, citado por American Journal of Industrial Medicine (2000), se ven los datos estadísticos que muestra la cantidad de accidentes en el ámbito rural estadounidense. Esta tabla muestra la diferencia en registros estadísticos de la Argentina y otros países como los Estados Unidos, donde las estadísticas son más completas.

² Reingreso o reagravación: A los fines del Registro de Accidentabilidad, se considera reingreso a la reagravación de un accidente de trabajo y/o enfermedad profesional previamente notificados.

Tabla 5: Población estimada en riesgo y cantidad de accidentes en trabajadores agropecuarios en Estados Unidos

Población rural en EE.UU.	Tamaño estimado de la población en riesgo	Ocurrencia anual de accidentes	Número total de accidentados por año
Trabajadores rurales (1998)	3.450.000	Mortalidad = 0,0221 %	780 muertes
		Accidentes = 4,1 %	140.000 accidentes
Trabajadores directos contratados (1997)	3.352.028*	Mortalidad = 0,0058 %	194 muertes
		Accidentes = 0,9 %	28.751 accidentes
Trabajadores agropecuarios (1998)	1.777.500**	Accidentes no fatales = 7,7 %	105.000 accidentes
Trabajadores agropecuarios (1998)	3.363.000	Mortalidad = 0,0214 %	719 muertes

*Incluidos los trabajadores de tiempo parcial; **Excluidos establecimientos con menos de 11 empleados

Fuente: *American Journal of Industrial Medicine (2000)*

3. OBJETIVOS

- Presentar los principales riesgos vinculados al uso del tractor agrícola, sus consecuencias y la importancia de la capacitación para su empleo seguro.
- Aportar sugerencias o propuestas que tengan como fin lograr mayor seguridad en las actividades que involucran al tractor agrícola.

4. METODOLOGIA

Para la realización de este trabajo se dispuso y se utilizó una diversa gama de recursos. Entre ellos:

- Material bibliográfico e información de libre acceso suministrada por organismos oficiales (MTESS – INDEC – SRT - INTA)
- Entrevistas con referentes calificados: técnicos del INTA, INTI, Universidades y fabricantes
- Estadísticas generadas por organismos oficiales: MTESS – INDEC – SRT

5. DESARROLLO

5.1 RIESGOS VINCULADOS AL SISTEMA HOMBRE-MÁQUINA

La interacción “hombre-máquina” significa que cada vez que el hombre conduce un tractor, sus sentidos, decisiones y potencia muscular se unen a todo un sistema de ingeniería. El operador utiliza fundamentalmente los sentidos de la vista y del tacto para interpretar la información que le brinda el tractor a través de los indicadores del tablero de comandos y para interactuar con los instrumentos de control a fin de lograr el mejor desempeño del tractor y que ésto se vea reflejado en los resultados de la labor realizada.

El sistema “hombre-máquina”, el que implica un análisis interactivo permanente propuesto por los autores Pollacino, Larrosa y Romito (2008) llevan a coincidir con Mulki (1992) cuando señala que “la actividad neuroefectora no tendría ninguna razón de ser si no se viera coronada con la capacidad de influir en el movimiento del organismo con lo que culmina”.

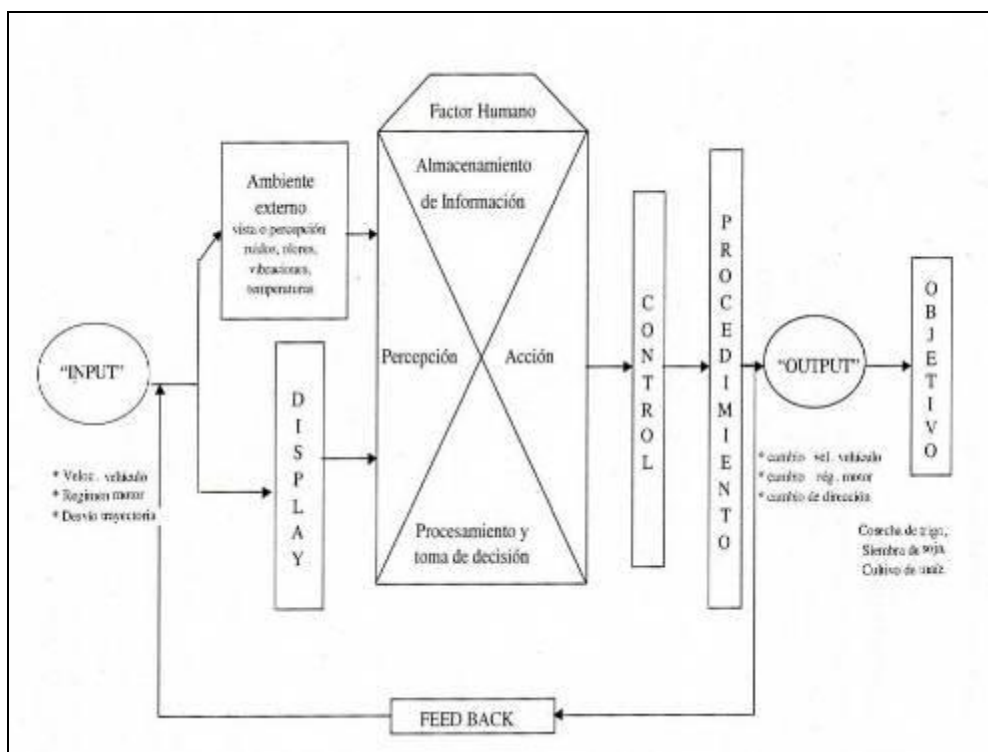


Figura 2: Sistema cerrado hombre-máquina

Fuente: Pollacino, Larrosa, Romito, adaptado de Duncan (2008)

El cuadro denominado sistema cerrado hombre-máquina, que presentan los autores ya citados (Pollacino et al., 2008) permite visualizar esquemáticamente los conceptos de aquél autor, quien continúa señalando: “los movimientos son efectivizados por los músculos, elementos que tienen la particularidad de estar conformados por miofibrillas capaces de responder con

acortamiento al estímulo al que son sensibles”. De esta manera, tal como se manifiesta en el esquema señalado, Mulki (1992) refunda la idea manifestando que “los movimientos se integran en acciones y éstas se organizan en conductas intencionales o no, que fijan y concretan al individuo en su interjuego con el medioambiente”.

En este complejo feedback no se puede soslayar el tiempo de reacción del ser humano. Es el tiempo que se tarda entre la entrada del estímulo por medio de los sentidos, su conexión al cerebro, análisis de la información, elaboración de una respuesta y transmisión al músculo que debe actuar. En estado normal es de un tercio de segundo. Si aumenta, se incrementan las probabilidades de que ocurra un accidente. De ahí la importancia de mantenerlo en el valor citado. Para esto se sugiere:

- Estar descansado y libre de preocupaciones.
- Entrenarse en las reacciones ante una emergencia.
- Declarar si se está tomando un medicamento.
- Evitar el alcohol.
- Realizar los controles médicos periódicos, ya que ayudan a detectar posibles falencias (audición, vista, distancia, colores)

5.2. RIESGOS VINCULADOS AL DISEÑO DEL TRACTOR

5.2.1 Vuelcos, caídas y atrapamiento

Las principales causas de accidentes en el tractor se deben a vuelcos, caídas y atrapamiento por toma de potencia. El 69% de las muertes a causa del tractor se atribuyen particularmente al vuelco lateral y al vuelco posterior.

La experiencia indica que las caídas son una causa frecuente de accidentes. Estos ocurren al subir y bajar del tractor por resbalones, barro, lubricantes, piedras o terrones de tierra en los peldaños así como por el deficiente mantenimiento de los mismos. Otras veces, la víctima es atropellada, aplastada por el tractor y/o equipo que está siendo arrastrado. Ocurre por llevar personas adicionales montadas sobre el tractor, al caer una rueda del tractor en un bache, pozo, zanja, etc.



Fuente: Hilbert J. A.

Los vuelcos laterales representan el 90 % del citado incidente, en tanto que el vuelco posterior y hacia adelante el 10 % restante. Entre estos dos últimos el vuelco posterior es menos frecuente pero mucho más peligroso (mortal). En términos generales la mayoría de las veces se deben a impericia del operador. Debe tenerse en cuenta la variedad de fuerzas físicas intervinientes como por ejemplo la fuerza de gravedad y la fuerza centrífuga, el torque de los árboles posteriores de la transmisión y la barra de tiro que puede ejercer palanca cuando el tractor se encuentra en movimiento (Pollacino, com. pers., 2012).



Fuente: Pollacino J.

El vuelco lateral representa el 90% de los casos. El vuelco posterior es menos frecuente pero más peligroso (mortal)

Los vuelcos laterales como ya se indicara son los más frecuentes, siendo las fuerzas de gravedad y centrífuga las responsables primarias implicadas. Los vuelcos hacia atrás se producen por adherencia de las ruedas propulsoras y eventual altura excesiva del punto de enganche. Generalmente las víctimas de un vuelco hacia atrás tienen pocas posibilidades de sobrevivir, a menos que el equipo esté provisto con arco, bastidor o cabina homologados y el operario se encuentre sujeto mediante el cinturón de seguridad cumpliendo la misma condición (Bittner et al., 1974).

IMPORTANTE!

En tractores que poseen ROPS siempre debe usarse el cinturón de seguridad.

Si el tractor no tiene ROPS, no abrocharse el cinturón de seguridad.

La toma de potencia (TDP) tiene un amplio rango de uso y prácticamente el total de la potencia del motor está disponible en la misma, por lo cual se debe ser cuidadoso cuando se trabaja con dicho utilizador. Se denomina *utilizador* a todo dispositivo (toma de potencia, barra de tiro, hidráulicos, boca de enganche) por el cual el tractor entrega potencia a otras máquinas agrícolas.

Los accidentes con toma de potencia más frecuentes suceden cuando no se encuentra colocada la cubierta de protección o bien su capuchón, pudiéndose enganchar ropa suelta, cabello, cordones y ocasionar graves lesiones y hasta la muerte.



Fuente propia

5.2.1.1 Precauciones para evitar accidentes con el tractor

➤ Acceso al tractor, puesta en marcha y circulación

- Al subir o bajar del tractor, el mismo debe estar detenido y con el freno de mano activado. Recordar que si el vehículo se pusiera en movimiento en el momento en que el conductor sube o baja, éste corre el riesgo de ser atropellado o aplastado.
- Antes de poner en marcha comprobar que la palanca de cambios esté en punto muerto.
- Si el tractor se encuentra en un refugio cerrado, antes de poner en marcha proveer ventilación.
- Una práctica frecuente cuando falla el sistema de arranque, consiste en subir el tractor a una rampa al finalizar la jornada, a los efectos de acumular energía. En este caso debe ascenderse en marcha atrás.
- Al iniciar el movimiento, el tractorista debe estar sentado en el asiento del conductor.
- El tractor es un vehículo de trabajo, no de transporte de pasajeros. La cabina sólo debe estar ocupada por el tractorista; un eventual segundo asiento provisto será utilizado exclusivamente para el aprendizaje.
- La generalidad de los tractores tienen el centro de gravedad alto, por ello las curvas deben tomarse reduciendo la velocidad antes de entrar en ellas (Para minimizar el efecto de la fuerza centrífuga).



Fuente propia

Subir o bajar del tractor, siempre de frente, (mirándolo)

Hay que tener tres puntos de contacto:

♦ ***Dos manos y un pie***

o

♦ ***Dos pies y una mano***

➤ **Vuelco lateral**

- Conservar o adoptar la mayor trocha posible compatible con los trabajos a desarrollar para ampliar el polígono de apoyo y aumentar así la estabilidad lateral
- Vincular los pedales de freno para frenar de manera pareja y constante sobre dos ruedas propulsoras cuando se avanza a alta velocidad sobre camino firme
- Avanzar lentamente sobre terrenos irregulares
- Avanzar a velocidad moderada cuando se traccione remolques con cargas pesadas

➤ **Vuelco posterior**

- Vincular las máquinas a los puntos de fijación previstos. Tanto mejor cuanto más adelante y abajo se encuentren. Es decir cuanto más corta y baja esté la barra de tiro, mejor.
- Aumentar la estabilidad con lastres anteriores
- Arrancar suavemente y acelerar con moderación
- Subir las pendientes importantes en marcha atrás. Al descender, hacerlo lentamente y en marcha adelante. En este último caso, nunca se debe situar la palanca de cambios en punto muerto, pues el peso del tractor (y el de la carga que arrastrare) lo empuja con fuerza y queda su dominio reducido sólo al uso de los frenos. Estos, con el calentamiento a que están sometidos, pierden eficacia rápidamente quedando el

tractor descontrolado. Lo correcto es colocar una velocidad corta para que el propio motor sirva de freno.

➤ **Toma de potencia**

- Utilizar ropa ajustada al cuerpo
- Evitar bufandas o pañuelos en forma libre
- Si se usa cabello largo, tenerlo recogido
- No bajar del tractor con la toma de potencia conectada
- El escudo protector debe revisarse y permanecer en buen estado

➤ **Procedimiento en caso de atascamiento en el barro**

- Cavar el barro detrás de las ruedas traseras
- Desenganchar cualquier equipo con que se estaba trabajando
- Colocar tabloncillos detrás de las ruedas para proporcionar una base sólida y tratar de retroceder lentamente
- Si es necesario ser remolcado por otro tractor, usar una cadena larga y embragar lentamente

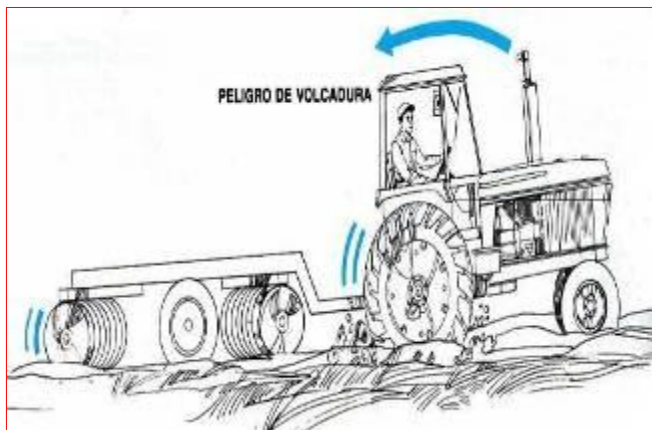


Figura 3: Atascamiento y peligro de volcadura hacia atrás.
Fuente: FMO-John Deere (1974)

Nunca colocar tabloncillos o troncos delante de las ruedas propulsoras y tratar de manejar hacia delante.

Si las ruedas se atascan en ellas y no pueden girar, el tractor puede volcar hacia atrás

5.2.2 Vibraciones

Los operadores de máquinas autopropulsadas se ven sometidos diariamente a vibraciones del cuerpo entero recibidas a través del asiento de la máquina principalmente al rodar sobre el terreno agrícola. Estas vibraciones aplicadas al ser humano tienen efectos y consecuencias que dañan la salud de los operadores.

La vibración es un movimiento oscilatorio y se la caracteriza a través de la **intensidad** (evaluada mediante la aceleración de la vibración) y de la **dirección** según un sistema de coordenadas cartesianas anatómicas.

Se denominan **vibraciones en cuerpo entero (VCE)** a aquéllas que recibe la espina dorsal del operador a través del asiento del vehículo. Las Normas IRAM 4078/89 (parte 1) y la ISO 2631/97 (parte 1) tratan esencialmente de las vibraciones transmitidas al conjunto del cuerpo por la superficie de apoyo, que pueden ser los pies o la pelvis.

Dado que las vibraciones no son igualmente perjudiciales en cualquier dirección que se produzcan, esta norma define tres ejes, que de forma imaginaria, orientan al cuerpo humano en el espacio tridimensional. El sistema de coordenadas tiene origen en el corazón y las aceleraciones deben medirse en las siguientes direcciones:

- **Eje Z**, vertical: de los pies a la cabeza
- **Eje X**, horizontal: a través del pecho (postero-anterior)
- **Eje Y**, horizontal: del hombro izquierdo al derecho

La intensidad varía continuamente cuando la máquina se desplaza sobre el terreno, por eso se trabaja con la **aceleración continua equivalente (Aeq)** que se define como el valor constante en el tiempo, que expone al trabajador a la misma energía vibratoria que la vibración real, variable en el tiempo. Los posibles efectos crónicos sobre el tractorista dependen de la energía vibratoria recibida, por eso resulta útil este dato como evaluador de la dosis vibratoria recibida. (Barceló et al., 2004).

El **Tiempo de Exposición Permitido** es la máxima duración que puede alcanzar la exposición diaria a un determinado nivel de vibraciones, es decir, el tiempo que un trabajador puede dedicar a las tareas que realiza con el tractor (referido al operario rural) en las condiciones expuestas. Sumando el tiempo durante el cual está en el tractor con el motor funcionando pero sin trasladarse, el tiempo que emplea preparando el trabajo fuera del tractor, así como las pausas, se obtiene la duración permitida de la jornada laboral (Barceló et al., 2004).

Cuando una vibración es transmitida al cuerpo humano, puede amplificarse o atenuarse según sea la posición del cuerpo. Por ejemplo, al estar de pie se produce una atenuación por medio de las piernas. Lo contrario sucede al estar sentado, porque en este caso ocurre una

amplificación sobre todo en el rango de frecuencias de 3,5 a 4 Hz³. Estos inconvenientes se pueden solucionar mediante un diseño ergonómico del asiento, del sistema de suspensión y amortiguamiento como así también del acolchado del mismo.



Fuente: Pollacino J.

El asiento constituye el elemento más importante en el diseño ergonómico del tractor. Pero no siempre se lo consideró así.

La **Resolución 295/03 del MTESS de la Nación** (que reemplaza al Decreto 351/79, Reglamentario de la Ley Nacional de Higiene y Seguridad Nº 19.587) establece que el estudio de los efectos de las vibraciones al conductor de maquinaria debe centrarse en el rango de 1 a 80 Hz, rango en el que las personas son sensibles. Además establece que el valor eficaz de la aceleración ponderada para una jornada de trabajo de 8 horas, no puede exceder los 0,5 m seg⁻² para el caso de cuerpo entero.

Tomando como referencia las normas IRAM e ISO mencionadas, en la tabla 6 se presentan los niveles de molestia (reacciones de comodidad o confort) a diferentes valores de aceleración equivalente:

Aceleración eficaz⁴ (m s⁻²)	Nivel de molestia
< 0,3	No molesto
0,3 – 0,6	Ligeramente molesto
0,5 – 1,0	Relativamente molesto
0,8 – 1,6	Molesto
1,2 – 2,5	Muy molesto
> 2,5	Extremadamente molesto

Fuente: Normas IRAM 4078/89. Parte 1 e ISO 2631/97. Part 1

³ Hz: Símbolo de la unidad en que se mide la frecuencia, Hertz. Corresponde a un ciclo por segundo (s⁻¹)

⁴ La aceleración eficaz está vinculada al concepto de energía vibratoria y se calcula como raíz cuadrada del valor medio de las aceleraciones.

El efecto nocivo de las vibraciones que afectan a los conductores de tractores agrícolas está relacionado con la aceleración eficaz del fenómeno vibratorio y con el tiempo de permanencia. Se estima que el riesgo patológico está en función de la energía total absorbida por el individuo a lo largo de su vida, de allí la importancia del control periódico para evaluar la dosis vibratoria recibida.

La ley Nº 24.557/95 (Ley sobre Riesgos del Trabajo, LRT) encomendó al Ministerio de Trabajo de la Nación la confección del **Listado de Enfermedades Profesionales**, lo cual se cumplimentó a través del Decreto 658/96. En este listado fueron incluidos dos casos asociados con la exposición a las vibraciones: de cuerpo entero y aquéllas transmitidas a las extremidades superiores. Estos dos tipos de vibraciones tienen origen diferente y afectan a distintas partes del cuerpo produciendo diferentes síntomas. En este trabajo se hace hincapié sobre las vibraciones de cuerpo entero.

DECRETO 658/96

Vibraciones de cuerpo entero, por conducción de vehículos pesados y operación de grúas y equipos pesados, menciona la espondiloartrosis de la columna lumbar y la calcificación de los discos intervertebrales.

La espondiloartrosis consiste en la degeneración del núcleo pulposo del disco intervertebral, que pierde grosor y densidad. El síntoma más importante es el dolor debido a la compresión de los nervios.

La exposición del cuerpo humano a las vibraciones puede tener efectos biológicos, mecánicos y físicos. Las vibraciones recibidas producen diferentes trastornos ligados con la salud, seguridad, confort y eficiencia en el trabajo. La exposición prolongada a niveles vibratorios que no tienen efectos agudos aparentes, consigue con el tiempo producir trastornos crónicos y llevar a enfermedades profesionales. Pueden producirse lesiones en la espalda baja como hernias de disco, se pueden acelerar cambios degenerativos en la espina y producir pérdida de la humedad, carga y deslizamiento de los discos lumbares.



Figura 4: Frecuencia de lesiones en la columna vertebral según el tipo de trabajo. Fuente: Márquez L. (2001)

Los tractoristas tienen una propensión a sufrir daños en la columna vertebral similares a los mineros. La diferencia entre ambos grupos reside en que las dolencias aparecen en los tractoristas a más temprana edad.

La sensibilidad del ser humano así como su reacción varían según la dirección de incidencia sobre el cuerpo y el tipo de vibración a la que se expone. En dirección vertical (eje Z) la frecuencia de resonancia se encuentra en el rango entre 4 Hz a 8 Hz, en tanto que en las direcciones horizontales (X e Y) la resonancia está entre 1 Hz y 2 Hz.

Las vibraciones entre **1,5 y 16 Hz** típicas de distintos tipos de vehículos autopropulsados, entre ellos los tractores, debido a la posición del cuerpo se transmiten a todos los órganos internos y afectan especialmente a la columna vertebral lumbar y en algunos casos puede haber lesiones en los riñones.

La fluctuación de **4 a 8 Hz** es **crítica**, provocando resonancia en distintas partes del cuerpo produciendo incomodidad, en razón del solapamiento de la frecuencia natural y su variabilidad según los órganos y la frecuencia mecánica citada. Una de las resonancias más importantes ocurre en las vísceras. En una vibración vertical, las mismas resuenan alrededor de 4 a 5 Hz y obligan al diafragma a resonar en la misma frecuencia. Esto produce una acción de bombeo mecánico en el pecho, la cual sobreventila los pulmones (frecuencia respiratoria aumentada). El CO₂, un componente del balance del ácido del plasma, es eliminado de la corriente sanguínea y da por resultado una **alcalosis respiratoria**⁵. El adormecimiento asociado con la

⁵ La alcalosis es un término clínico que indica un aumento de la alcalinidad de los fluidos del cuerpo, es decir un exceso de base (álcali) en los líquidos corporales. La alcalosis respiratoria es una afección marcada por bajos niveles de CO₂ en la sangre.

alcalosis puede ser la causa de algunos accidentes cuando se opera con maquinaria o se conduce un tractor.

Frecuencias superiores (varias decenas de Hz) presentan un mecanismo de acción que se da sobre la columna vertebral provocando lumbalgias, dolores cervicales, agravación de lesiones raquídeas, efectos sobre el aparato digestivo, como diarreas y dolores abdominales, disminución de la agudeza visual y ocasionalmente sobre la función cardiovascular provocando la inhibición de los reflejos con el consecuente retraso en el control de los movimientos.

Tabla 7: Efecto de las vibraciones sobre el cuerpo humano según la frecuencia

Efecto sobre el ser humano	Frecuencia (Hz)
Aumento de la tensión muscular	13 a 20
Dificultades para hablar	13 a 20
Perturbaciones de la laringe	12 a 18
Estímulo de funciones fisiológicas	10 a 18
Dolor de vientre	4,5 a 10
Malestar general	4,5 a 9
Contracciones musculares	4,5 a 9
Resonancia	4 a 8
Dolores de tórax	5 a 7
Alcalosis respiratoria	4 a 5

Fuente: Zopello G. (1987)

La función de los neumáticos tanto en los tractores como en otras máquinas agrícolas autopropulsadas es, además de ser órganos de sostén, dirección y propulsión, brindar suspensión a los mismos. Barceló et al. (2004) determinaron que el efecto de los neumáticos es sobre todo efectivo en la dirección vertical **Z** y menos efectivo en la dirección longitudinal **X** y transversal **Y**. Estos mismos autores encontraron que para presiones de inflado superiores a las recomendadas el nivel de vibraciones recibido por el operador aumenta debido a que el tractor va “rebotando” sobre el terreno. La regulación del asiento permite reducir el nivel vibratorio, efecto beneficioso que se reduce al aumentar la velocidad de avance.

Las vibraciones en un tractor no son recomendables. Pueden causar desgaste prematuro de mecanismos mecánicos, fisuras por fatiga de materiales, pérdida de efectividad de sellos, rotura de aislantes, ruido, etc. Están directamente relacionadas con la vida útil del tractor de dos maneras: por un lado, un bajo nivel de vibraciones es una indicación de que éste

Síntomas: Pueden presentarse cuadros de confusión, mareos, náuseas y vómitos, a menudo acompañados de temblores, espasmos musculares y entumecimiento en la cara o las extremidades.

funcionará correctamente durante un largo período de tiempo, mientras que un aumento en el nivel de las mismas es un indicio de que se encamina hacia los problemas ya mencionados.

5.2.2.1 Sugerencias para reducir los niveles de vibraciones o bien atemperar sus efectos

- Respetar los valores recomendados por el fabricante de presión de inflado de los neumáticos, dato que figura en el “Manual de uso y mantenimiento del tractor”. Si por alguna eventualidad se debiera disminuir dicha presión, superada la eventualidad, se debe volver a los valores recomendados cuanto antes.
- Elegir la velocidad de trabajo de acuerdo a la irregularidad del terreno. A mayor irregularidad seleccionar una velocidad más baja compatible con el rango de valores habituales para las labores agrícolas comunes, sin que por esto se vea afectada significativamente la capacidad de trabajo.
- Mantener en buen estado el asiento del tractor. Un asiento deteriorado no cumple con la función de limitar las vibraciones que recibe el conductor.
- Realizar el mantenimiento general del motor según indica el fabricante. En particular controlar el sistema de lubricación del tractor, manteniendo el aceite en los niveles recomendados.
- En aquéllos tractores cuya cabina está provista de soportes de equifrecuencia, en caso de fatiga o rotura de alguno de los mismos, ellos deberán ser reemplazados por un repuesto original.
- En cuanto al operador, realizar prevención secundaria. Es decir realizar estudios clínicos regulares para la detección precoz y en etapa reversible de cualquier alteración de la salud.

5.2.3 Ruido

El sonido es la sensación que se produce cuando las ondas longitudinales de las moléculas del medio externo alcanzan la membrana timpánica. Ruido es cualquier sonido que contenga información no deseada o perturbadora para quien lo escucha.

El sonido es una onda mecánica, ya que necesita un medio material elástico (sólido, líquido o gaseoso) para transmitirse. En el vacío (ausencia de materia) el sonido no se transmite. La onda avanza con una velocidad dependiente de las propiedades físicas del medio. Puede considerarse que en el aire la velocidad de propagación es constante e igual a 344 m s^{-1} a 20°C .

La “fuerza” de un sonido (sonoridad) está relacionada con la energía que transporta la onda sonora. La sonoridad es una impresión subjetiva que el que escucha atribuye a un sonido particular, mientras que la energía de la onda sonora es una magnitud física objetiva. La intensidad de una onda es la energía sonora que fluye a través de la unidad de superficie en la unidad de tiempo. La energía sonora fluye desde la fuente que la origina y a su paso las “partículas” de aire se acercan y se alejan entre sí, provocando zonas de exceso y reducción de la presión atmosférica en forma alternada, llamada presión sonora. Cuanto más próximas se encuentren unas de otras (aumentando la densidad de ellas en cada unidad de volumen) tanto mayor será la presión en ese punto (Giménez de Paz, 2007). La unidad para medir la presión sonora es el pascal (Pa)⁶.

Debido a que el sonido es una magnitud tanto física como fisiológica, no resulta fácil medirlo de manera abstracta con un instrumento que registre su nivel y/o la molestia que causa en quien escucha. La membrana timpánica se ve afectada por las variaciones de la presión del aire (sonido) y al ser tan sensible es capaz de percibir vibraciones con frecuencia comprendidas entre 20 y 15.000 Hz y con variaciones de la presión atmosférica entre $20 \mu\text{Pa}$ (umbral de audición) y $100.000.000 \mu\text{Pa}$ (umbral de dolor).

- El **umbral de audición** es el sonido más débil que una persona promedio puede oír y corresponde a una presión sonora de $20 \mu\text{Pa}$ ($2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$).
- El **umbral de dolor** es una presión sonora que produce dolor y corresponde a un valor de 100 Pa .

Aunque la sonoridad con que se percibe un sonido aumenta con su intensidad, la relación entre ambas no es lineal. De igual manera el oído humano no responde linealmente al estímulo sonoro sino de forma logarítmica. Esto hace necesario el uso de una escala conocida como

⁶ Pa es la abreviatura de pascal, la unidad de presión, equivalente a una fuerza de 1 N (newton) aplicada perpendicularmente a un área de 1 m^2 ($1 \text{ Pa} = 1.000.000 \mu\text{Pa}$)

logarítmica, donde la unidad de medida del sonido es el **decibel** (dB) que indica el cociente entre una cantidad medida y un determinado nivel de referencia. No mide valores instantáneos, sino variaciones respecto a un nivel de referencia.

- **Nivel de potencia sonora:** $L_w \text{ [dB]} = 10 \log_{10} (W/W_o)$
donde W_o es el valor de referencia para potencia sonora (10^{-12} watt)
- **Nivel de presión sonora:** $L_p \text{ [dB]} = 10 \log_{10} (p/p_o)^2 = 20 \log_{10} (p/p_o)$
donde p_o es el valor de referencia de la presión sonora, $20 \mu\text{ Pa}$ ($20 \times 10^{-6}\text{ Pa}$)

El oído no responde igual a todas las frecuencias de un sonido, esto significa, que se oyen mejor ciertos sonidos que otros. Se ha determinado que tiene menor sensibilidad a las frecuencias más graves y a las más agudas frente a las medias. Lo que más se oye, por tanto, son las frecuencias medias y las que menos las más graves seguidas de las más agudas. La zona comprendida entre la curva inferior de audibilidad y la curva superior abarca todos los sonidos perceptibles por el ser humano. Estas curvas límites varían para cada persona, pero pueden adoptarse valores medios (Ortiz Cañavate y Hernanz, 1989). Se hizo necesario encontrar una forma de ajustar los niveles de dB medidos con la percepción que el oído tiene de los mismos según cada frecuencia. Esta corrección se realiza ponderando los dB medidos mediante una tabla de ponderación que se llama tabla "A". Los decibelios ya ponderados en "A" se representan como dBA siendo ésta una unidad de nivel sonoro medido con un filtro previo que quita parte de las bajas y las muy altas frecuencias.

Para determinar el alcance de una amenaza contra la salud, es preciso conocer:

- el nivel de presión sonora
- el espectro de frecuencia
- el tiempo de exposición

Como se indicara anteriormente, la presión sonora resulta ser la variación de la presión atmosférica con el paso de la señal acústica. La rapidez con que se producen estas variaciones está dada por la frecuencia que indica el número de tales variaciones por segundo. La interpretación subjetiva de la frecuencia es la altura de un sonido: a mayor frecuencia tanto más agudo se lo percibirá (Giménez de Paz, 2007).

En el hombre se pueden distinguir cuatro grupos de efectos, según el nivel de ruido (Tabla 8).

Tabla 8: Efectos del ruido en el ser humano, según los niveles alcanzados

Nivel de ruido (dB A)	Tipo de efecto
<30	Ningún efecto
+ de 30	Reacciones físicas
+ de 65	Reacciones vegetativas
+ de 85	Alteraciones reversibles pero irreversibles en el oído

Fuente: Zopello G. (1987)

Entre 30 y 65 dBA predominan los efectos físicos aunque pueden ser diferentes de un individuo a otro. Sensaciones desagradables y perturbaciones producidas por ruidos continuos o regularmente repetidos, pueden liberar mecanismos fisiológicos de reacciones conscientes o inconscientes. Entre 65 y 85 dBA además de los efectos físicos se producen alteraciones en el sistema nervioso vegetativo (aumento de la presión sanguínea, del ritmo cardíaco, perturbación en el metabolismo, tensión muscular, disminución de la presión sanguínea de la piel)

El daño producido será función de la intensidad y la duración del nivel de ruido. Por ejemplo, la exposición a un nivel de 90 dB durante 60 minutos es más perjudicial para el oído que una exposición a 100 dB durante un minuto. Resulta de interés observar la curva intensidad sonora-tiempo de exposición (Figura 5) donde a título indicativo se señalan valores aproximados para algunas máquinas y la tendencia pertinente.

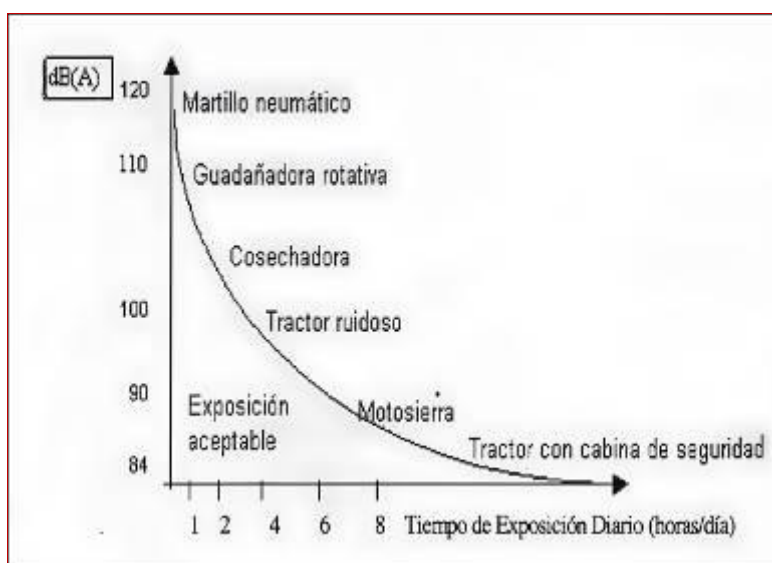


Figura 5: Tiempo de exposición diaria aceptable

Fuente: Pollacino, Larrosa, Romito (2008)

Además de estos riesgos el ruido causa perturbaciones que reducen el bienestar del trabajador provocando finalmente una disminución del rendimiento del trabajo incrementando los riesgos de accidentes. Un operador que se encuentra sometido a un alto nivel de ruido estará más expuesto a sufrir accidentes y cometer errores en su trabajo que uno que no lo está (Zopello, 1987). En forma creciente se le exige al operador de máquinas agrícolas que atienda y actúe sobre sistemas cada vez más complejos y de responsabilidad, tareas que requieren un nivel de concentración y atención difícil de lograr en un ambiente ruidoso.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el ruido causa decenas de miles de muertes por año. En el mundo mueren siete millones de personas por año por enfermedades isquémicas del corazón, el ruido sería causante de más de 200.000 de estas muertes.

La **Resolución 295/03 del MTESS de la Nación** establece los siguientes límites para los niveles de ruido:

- Menor o igual a **85 dB** se puede trabajar **sin protección** hasta 8 horas diarias y 48 horas semanales.
- De **85 a 110 dB** se puede trabajar con protección hasta 8 horas diarias y 48 horas semanales o sin protección pero menos horas según intensidad.
- Por encima de **110 dB** siempre con protección
- Más de **135 dB** no se permite trabajar (ni aun con protectores)

Por otra parte y tal como señalan Santoro et al. (1999), la ISO relaciona la dosis de ruido absorbida por los operadores en el tiempo y como consecuencia el incremento del umbral de audición. A título de ejemplo, se toma en consideración una población masculina de cincuenta años de edad expuesta diariamente a un nivel de ruido medio de 90 dB durante treinta años (ocho horas diarias, cinco días por semana, cincuenta semanas por año). Si se considera tolerable un valor umbral de 27 dB (valor frontera) el modelo ISO prevé que el 11,5 % de los operadores de la población expuesta presentará, después de treinta años, un daño auditivo que comporta una elevación del umbral citado (A mayor umbral menor audición). Los mismos autores subrayan que se trata de una discapacidad provocada solamente por el ruido, así como que por el efecto conjunto de la edad dicho porcentual se eleva al 18 % teniendo en cuenta que el valor frontera es arbitrario y ligado a los aspectos sociales y económicos los que pueden asumir una gravitación diferente según el lugar.

Borini et al. (2003) en un ensayo para estudiar el nivel de ruido y su incidencia en la salud de los operadores de tractores agrícolas emplearon cinco tractores con cabina, de diferente potencia, año y modelo. Al determinar la influencia de la apertura y el cierre de la cabina y el régimen del motor en el nivel de ruido en los tractores agrícolas, concluyeron que existen diferencias significativas entre las alternativas de cabina cerrada o abierta, siendo los valores promedios de 85,68 dBA y de 90,79 dBA respectivamente. El atemperamiento medio encontrado en la cabina fue de 5,11 dBA. Además determinaron que con cabina abierta se superan los niveles tolerables por la legislación argentina. Asimismo, encontraron que los mayores niveles de ruido resultaron de la combinación de cabina abierta y alto régimen del motor.

Ammatuna (1999) luego de evaluar más de treinta tractores de diferente potencia en condiciones reales de trabajo (labranza primaria y secundaria) concluye que los niveles de ruido obtenidos en las mediciones indican condiciones de trabajo desfavorables para el operador, pudiendo sufrir riesgos de pérdida de la audición.

Respecto a las fuentes de ruido en el tractor, en general se mencionan:

- **Escape:** Ruido de gran intensidad y directamente proporcional al régimen de funcionamiento y carga del motor (45 al 60 % del ruido total)
- **Aspiración:** Ruido de mediana intensidad que guarda proporcionalidad al régimen del motor (15 al 20 % del ruido total)
- **Ventilador:** Ruido de mediana intensidad, menor al de aspiración. Tiene relación con el régimen y no con la carga del motor (12 al 20 % del ruido total)
- **Vibración:** Ruido ocasionado por la vibración de las superficies sólidas en contacto directo o indirecto con el motor. Guarda relación con el régimen y la carga del motor y es de mediana intensidad (15 al 25 % del ruido total)

En este apartado no puede dejar de citarse el ruido producido por la transmisión. Las máquinas más antiguas estaban provistas de ruedas dentadas de dientes rectos, las que con el avance de la técnica se han ido reemplazando por las de dientes helicoidales. Sin embargo, debe tenerse en cuenta el incremento de la rumorosidad a lo largo de toda la cadena cinemática, la que aún

con el progreso y la continua mejora en la calidad de terminación, siempre incide en alguna medida difícil de evaluar, en el nivel de ruido global del tractor (Pollacino, com. pers., 2012).

5.2.3.1 Sugerencias para reducir los niveles de ruido o bien atemperar sus efectos

Frente a la contaminación acústica existen dos líneas de acción: aquéllas que son responsabilidad del usuario del tractor y las que por su naturaleza dependen del fabricante (ingeniería de diseño).

A su vez, las medidas se clasifican en pasivas cuando persiguen disminuir la intensidad del ruido, pero no eliminan los focos sonoros (fuente) y activas aquéllas que buscan eliminar el foco sonoro.

- Controlar el estado de los burletes de puertas y ventanillas de la cabina
- Mantener la transmisión con el nivel de lubricante adecuado
- Controlar el estado de los silenciadores del escape
- Ajustar las partes metálicas/chapas para evitar el ruido generado por las vibraciones
- Usar protectores auditivos de copa cuando el tractor no cuente con cabina homologada.

5.2.4 Iluminación y visibilidad

Para que el trabajo con maquinaria agrícola y más específicamente con tractores pueda desarrollarse con eficiencia es necesario que la luz y la visión se complementen, ya que se considera que el 50% de la información sensorial que recibe el hombre es de tipo visual, es decir, que tiene como origen primario a la luz. Un tratamiento adecuado del ambiente visual permite incidir en los aspectos de seguridad, confort y productividad.

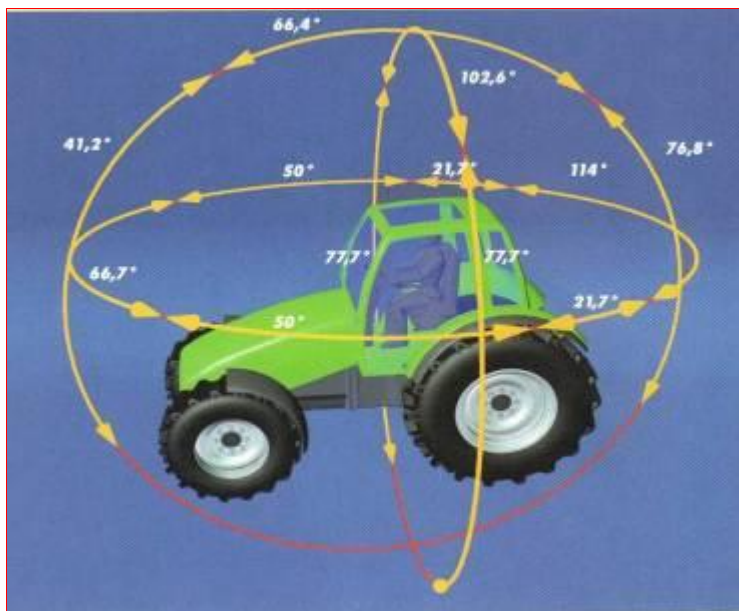
Liljedahl et al. (1984) mencionan que dos consideraciones funcionales en el diseño del lugar de trabajo para un operador de tractor son la visibilidad y los espacios libres. Estos factores están relacionados con las características antropométricas o biomecánicas del operador.

La visibilidad primaria “observación a través del parabrisas” requiere que se tomen previsiones para que el operador pueda ver en cualquier dirección. La visión del suelo cercano al frente y atrás del operador es importante. La visión lejana en todas direcciones es necesaria. La visibilidad secundaria es necesaria para vigilar instrumentos o luces dentro de la cabina.

Sobre este tema el Decreto Nacional 617/97 en su título III art. 9º inciso c expresa que *la maquinaria y los puestos de mando o de conducción deben permitir al conductor una visibilidad suficiente que garantice seguridad para manejar la máquina.*

Gran parte del trabajo es controlado con la vista pero los ojos que son los órganos de la visión presentan limitaciones y necesitan protección y cuidado. La visión normal del campo horizontal es de aproximadamente 188º. Se pueden detectar objetos y movimiento en el borde del campo de visión pero no se pueden enfocar los detalles. El ángulo de la visión enfocada es muy angosto (alrededor de 5º) y los ojos deben estar moviéndose constantemente para leer y ver los detalles. Esto significa que un operador de tractor debe girar su cabeza de 120º a 180º muchas veces al día para ver cómo se está realizando el trabajo (Deere & Company, 1974).

La visibilidad del operador aumenta su seguridad. En este sentido se han desarrollado cabinas que presentan estructuras delgadas aunque resistentes. Las mismas producen mínima interferencia a la visión del tractorista. Un caso concreto es el proyecto “Agrotron” de la fábrica alemana Deutz. Como puede observarse en la figura 6 el conductor dispone de gran visibilidad y de unos pocos puntos ciegos, señalados en líneas rojas.



***La cabina del “Agrotron”
le ofrece al conductor
una excelente visión
panorámica
y una gran libertad de
movimiento.***

Figura 6: Diseño “Agrotron”

Fuente: Pollacino J.

Otro aporte de interés de la ingeniería de diseño lo constituye el giro completo de la cabina, mejorando aún más la propuesta de rotación sólo del asiento.

En cuanto a las limitaciones de los ojos, éstos pueden adaptarse a muchas condiciones pero pueden cansarse y sufrir daños permanentes cuando las condiciones no son las adecuadas.

La buena visión depende de:

- Iluminación adecuada
- Tamaño visible del objeto
- Buen color y contraste entre el objeto y el fondo
- Estabilidad del objeto visto
- Claridad y distinción del objeto

Si los ojos son forzados porque uno o más de estos factores son deficientes, pronto se producirán dolores de cabeza, fatiga, cansancio y hasta mareos.

5.2.4.1 Sugerencias para mantener la correcta visibilidad en el tractor

El manejo seguro del tractor requiere buena visibilidad en todas las direcciones. Por lo tanto, es recomendable:

- Mantener el parabrisas y las ventanas limpios
- Controlar el buen funcionamiento del limpiaparabrisas
- Ajustar los espejos en las unidades con cabina
- Controlar el sistema de iluminación del tractor y cambiar las lámparas quemadas.

5.3 RIESGOS VINCULADOS AL AMBIENTE EN QUE SE MUEVE EL TRACTOR

5.3.1 Temperatura

En verano, sobre las máquinas agrícolas se tienen temperaturas muy elevadas, que en algunos casos, superan los 40 °C, debido, sea a las corrientes calientes provocadas por el vehículo (motor y engranajes) como a la alta radiación solar.

Dado que las funciones vitales del hombre se encuentran optimizadas a una temperatura basal de 37 °C, el exceso de calor acumulado en los órganos internos y en los músculos durante el trabajo físico debe ser eliminado aún con una temperatura ambiente más alta. En estos casos se presentan problemas en el equilibrio térmico que especialmente en verano son particularmente difíciles de tolerar (Tabla 9).

Temperaturas elevadas significan una carga suplementaria en los ciclos metabólicos cuya consecuencia puede ser: sudor excesivo, cambios en la presión sanguínea, temblores cutáneos y musculares que llevan al cansancio, errores en el uso de las máquinas y accidentes (Zopello, 1987).

Tabla 9: Efectos de la temperatura sobre la eficiencia del operador agrícola

Temperatura	Fase	Consecuencias
35 a 40 °C	Límite	Golpe de calor, muerte
30 a 35 °C	Daños fisiológicos	Agotamiento. Perturbaciones en la regulación de líquidos y sales. Aumento de la velocidad de circulación de la sangre. Pérdida de productividad durante un trabajo físico pesado.
27 a 30 °C	Daños psicofísicos	Aumento de accidentes, aumento de errores de maniobra. Pérdida de habilidad. Pérdida de la capacidad para recibir información y elaborarla.
23 a 27 °C	Daños psíquicos	Pérdida de actividad en el trabajo mental. Irrascibilidad. Disminución de la concentración.
19 a 23 °C	Plena eficiencia	Bienestar

Fuente: Zopello G. (1987)

La **Resolución 295/03 del MTESS de la Nación** hace mención al estrés térmico y lo define como la carga neta de calor a la que un trabajador puede estar expuesto como consecuencia de las contribuciones combinadas del gasto energético del trabajo, de los factores ambientales (es decir, la temperatura del aire, la humedad, el movimiento del aire y el intercambio del calor radiante) y de los requisitos de la ropa. Un estrés térmico medio o moderado puede causar malestar y puede afectar de forma adversa la realización del trabajo y la seguridad, pero no es perjudicial para la salud. A medida que el estrés térmico se aproxima a los límites de tolerancia humana, aumenta el riesgo de los trastornos relacionados con el calor.

El aumento prolongado de la temperatura corporal interna y las exposiciones crónicas a niveles elevados de estrés térmico, están asociadas con otras alteraciones tales como la infertilidad temporal (para hombres y mujeres), elevado pulso cardíaco, perturbación del sueño, fatiga e irritabilidad.

Los efectos psicológicos que el calor produce en las personas se relacionan con su eficiencia para desarrollar funciones mentales y para rendir en trabajos físicos, aumentando la

percepción de incomodidad e insatisfacción, la irritabilidad, disminución del estado de alerta y concentración, aumento de las decisiones erróneas, sueño y fatiga.

Según Apud et al. (2002) los signos y síntomas que más se destacan son:

- **Calambres por calor:** Pueden ocurrir cuando hay déficit de agua y de sal. Son a menudo una etapa temprana del agotamiento por calor. Los síntomas son espasmos dolorosos en los músculos esqueléticos, siendo las piernas y abdomen los primeros en verse afectados.
- **Agotamiento por calor:** Es una forma de desorden térmico, que puede ocurrir después de varios días de trabajar en el calor y por pérdidas de agua, sal o ambas. Los síntomas son una brusca elevación de la temperatura, con aumento de la frecuencia cardíaca. De seguir trabajando, la persona puede sufrir náuseas o desmayo, la piel se pone pálida y la sudoración es profusa.
- **Golpe de calor:** Ocurre cuando fallan los mecanismos de control de la temperatura en el organismo. Se presenta en personas aparentemente normales que se desmayan repentinamente, sin presentar sudoración. La temperatura corporal es de alrededor de 41° C y puede haber signos de alteraciones cerebrales, como confusión mental, delirio, convulsiones o inconsciencia. Esta alteración puede llegar a ser fatal

Si un trabajador parece estar desorientado o confuso, o sufre una irritabilidad inexplicable, malestar o síntomas parecidos al de la gripe, debe ser retirado a un lugar de descanso fresco con circulación rápida de aire y permanecer en observación por personal calificado. Si la sudoración se interrumpe y la piel se vuelve caliente y seca, es esencial una atención de emergencia inmediata, seguida de la hospitalización.

5.3.1.1 Medidas preventivas

- Usar ropa liviana y de colores claros ya que reflejan la luz solar y ayudan a mantener la temperatura normal del cuerpo
- Evitar comer alimentos con mucha grasa porque aumentan el calor corporal
- Beber abundante agua fresca
- No consumir bebidas alcohólicas
- Recuperar sales por ejemplo con bebidas específicas o en las comidas

- Prestar atención a las advertencias del organismo, tales como: dolor de cabeza, mareos, exceso de sudoración y pulsación elevada
- Tomar descansos en lugares frescos
- Evitar la exposición directa al sol, sobre todo en las horas de mayor radiación

Respecto a las bajas temperaturas, éstas pueden soportarse mucho mejor que las altas. En este sentido, la ropa abrigada puede proteger correctamente contra el frío. Es recomendable proveerse de más de una prenda de abrigo de manera de poder quitárselas progresivamente a medida que la temperatura asciende y viceversa.

5.3.2 Polvo

En la actividad agropecuaria el trabajador está expuesto a ambientes pulverulentos y a todo lo que esto conlleva. El ambiente donde opera normalmente el tractor está contaminado con impurezas, en particular polvo en suspensión. Uno de los componentes presentes es la sílice⁷ responsable de ocasionar una patología llamada silicosis.

Por contaminación del aire laboral se entiende la presencia en el aire del ambiente de trabajo de sustancias en concentraciones tales que en el tiempo habitual de exposición, pueden producir efectos nocivos o no en los trabajadores.

Se denomina polvo al material sólido particulado que flota en el aire con diámetro que oscila entre 0,1 a 25 μm . (1 μm = 0,001 mm). Las partículas menores a 10 micrones penetran a la cavidad pulmonar. Las menores a 4 micrones llegan hasta los alvéolos pulmonares. La enfermedad producida como resultado de la inhalación de polvo inorgánico y de la reacción del tejido pulmonar se conoce como **neumoconiosis**⁸.

⁷ La sílice es el componente principal de las arenas y areniscas. Las partículas de sílice cristalina son más pequeñas que un grano de arena, a menudo invisibles y al entrar a los pulmones producen inflamación de los tejidos y cicatrices lo cual hace que la respiración sea difícil. Está asociada a otras enfermedades pulmonares. Siendo una patología crónica e irreversible.

⁸ **Neumoconiosis:** Conjunto de enfermedades pulmonares resultante de la inhalación y acumulación de polvo inorgánico, así como de la reacción que se produce en el tejido pulmonar como consecuencia de las partículas depositadas.

Los síntomas dependen del tipo de partícula inhalada, pero en general se manifiestan por tos seca o productiva que deriva en forma progresiva hacia la dificultad respiratoria acompañada de fatiga, primero con la actividad y luego durante el reposo.



Fuente propia

***El polvo en suspensión
puede llegar a una
concentración de $0,2 \text{ g m}^{-3}$ a
la altura de la cabina***

En labores de labranza primaria se ha detectado que el aire respirado por el tractorista posee un valor medio de $0,04 \text{ g m}^{-3}$ (40 mg m^{-3}) de partículas en suspensión cuando el puesto de conducción no tiene cabina, mientras que con cabina el aire interior solo contiene $0,0005 \text{ g m}^{-3}$ ($0,5 \text{ mg m}^{-3}$).

Se considera necesario que para eliminar los efectos nocivos para el conductor, la sobrepresión de la cabina debe ser de 25 mm de columna de agua⁹ para evitar que ingrese aire contaminado (Vaca, com. pers., 2010)

5.3.2.1 Medidas preventivas

- Controlar el estado de los burletes de puertas y ventanillas para garantizar la estanqueidad de la cabina.
- Respetar las indicaciones del “Manual de uso y mantenimiento del tractor” respecto al sistema de ventilación, de aire acondicionado y cambio periódico de filtro.

6. MODIFICACIONES SOBRE TRACTORES ANTIGUOS

- ¿Cómo se puede preservar la salud del operador de tractores antiguos, implementando adecuaciones de seguridad y ergonometría complementadas con un sistema de capacitación continua del operador, haciendo hincapié en los riesgos de mayor incidencia?

⁹ $1 \text{ mm H}_2\text{O} = 9,8039 \text{ Pa}$

- ¿Se puede implementar capacitación en el manejo del tractor para brindarle seguridad al operario?

La respuesta a esos interrogantes puede hacer la diferencia entre la vida y la muerte o la calidad de vida del operador de maquinaria agrícola puesto que la agricultura se posiciona como una de las industrias a cielo abierto más riesgosas. Por todo lo dicho es especialmente importante para los operadores de tractores y de equipos agrícolas tener conciencia y estar capacitados sobre todos los aspectos inherentes a la seguridad (Pollacino, com. pers., 2012).

Si no se pudiera afirmar que es posible preservar la salud del operador de tractores de modelos antiguos a través de la implementación de normas de seguridad que tomen en consideración la adecuación del parque actual en materia de seguridad y ergonometría y la implementación de un sistema de capacitación continua sobre los riesgos de mayor relevancia y sus modos de prevención, estaríamos frente a un grave problema.

En este sentido, pensando en la seguridad integral de los operadores y en las eventuales modificaciones que no pocas veces se introducen sobre máquinas en uso, se debe tener en cuenta la importancia de la llamada ergonomía creativa -concepto absolutamente ligado al de la seguridad- de manera que máquinas y equipos se ofrezcan al mercado con la certeza de la homologación desde fábrica. Tan importante resulta este aspecto que aún con anterioridad a las normativas vigentes hoy en la CE, la OCDE¹⁰ autorizaba solamente a la DLG (Deutsche Landstchaft Gesellschaft¹¹) a incorporar sobre bastidores de antiguos tractores, a aquellos fabricados y probados bajo su control. Más aún, en aquellas máquinas diseñadas sobre la idea de bastidor autoportante, en no pocos casos se han registrado accidentes donde el cuerpo del tractor, penetrando el espacio de trabajo del operador, le ha producido heridas mortales. Cabe señalar que aún con la deformación plastoelástica del arco bastidor o cabina, siempre debe mantenerse garantizado el espacio de supervivencia del operador.

¹⁰ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

¹¹ Sociedad Alemana de Agricultores



Fuente propia

***No se debe realizar
ninguna
modificación que
altere el estándar
comercial***

Análogamente, en lo que respecta a los medios de protección de los órganos de la audición, Santoro et al. (1999) señalan que toda vez que se incorporan a máquinas en uso elementos con el objeto de proteger aquellos órganos, casi siempre resultan inaceptables, “se trata de máquinas que no se prestan a modificaciones mecánicas si no están provistas por el mismo fabricante”

Se debe tener presente que la limitación de la presión sonora que puede afectar al operador tiene tres alternativas posibles que son: bajar el ruido de la fuente, aislar la fuente o aislar al operador. Las citadas alternativas generan interesantes espacios de discusión.

No pocas veces, la interposición de material fonoaislante entre el motor y la carrocería puede perjudicar seriamente el funcionamiento de la máquina, constituyendo una fuente de peligro para el operador. Resulta importante señalar tal como lo hacen los autores antes citados, que una modificación puede contravenir las disposiciones previstas por el código de homologación vigente con lo que caerá la garantía que expresa el sello pertinente. Concretamente: ***no se debe realizar ninguna modificación que altere el estándar comercial.***

Estas reflexiones permiten hacer referencia al sinnúmero de accidentes y sus causas (los accidentes son causales y no casuales) y referirse a innumerables enfermedades profesionales que se adquieren sea por imprudencia o impericia, o bien por razones de falta de confort y protección.

El párrafo anterior permite presentar, para el caso del tractor una clasificación de la seguridad en **activa, pasiva, vital e integral**, según el grado de protección incluido desde fábrica y naturalmente sujeto al pertinente ensayo de homologación aprobado. (Pollacino, 2003).

Se denomina seguridad activa a aquella vinculada con el diseño que hace a la mejor interacción hombre-máquina: por ejemplo: buena visibilidad, buenos frenos, automatismos, filtros de cabina, limitación de vibraciones de alta y de baja frecuencia, facilidad de acceso a la cabina con pasamanos en la escalera.



Fuente: Pollacino J.

SEGURIDAD ACTIVA

Es aquella que está siempre presente para un manejo o trabajo seguro.

El arco de seguridad y el cinturón de sujeción cumplen con la función de retener al operador en su asiento, no permitiendo que el propio vehículo lo lesione, en caso de vuelco lateral o lo aplaste inexorablemente en caso de vuelco posterior o voleo; por ese motivo a esta protección pasiva, se la ha denominado “vital” por ser ése su cometido de protección.



Fuente: Pollacino J.

SEGURIDAD PASIVA

Es aquella que se hace presente cuando se la necesita

SEGURIDAD VITAL

Es aquella que busca resguardar y proteger la vida del operador

Por otra parte se reserva el carácter de seguridad integral al de aquellas máquinas provistas de sistemas de protección total, por ejemplo: cabina segura, diseño antropométrico y biomecánico, en definitiva protección total del operador y confort provisto desde fábrica. En este caso, el diseño ergonómico además de la comunicación hombre-máquina, que consiste como ya se comentara en un sistema cerrado percepción-acción, contempla la salud y la enfermedad del operador.



Fuente propia

SEGURIDAD INTEGRAL

Es aquella que presenta un enfoque global, es decir seguridad más confort



Fuente propia

7. ACCIONES A SEGUIR

Se podría comenzar cumpliendo con la norma UNE-EN-294 (Seguridad de las Máquinas. Distancias de Seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores), cuyos puntos principales son:

- altura de la estructura de protección
- distancia horizontal a la zona de peligro
- limitación del movimiento de los brazos
- alcance de los miembros a través de aberturas
- efecto de estructuras adicionales sobre las distancias de seguridad

El Decreto Nacional 617/97 (1997) considera en algunos de sus puntos:

- Que resulta imprescindible contar con normas reglamentarias que permitan y faciliten un gradual y progresivo mejoramiento de las condiciones de higiene y seguridad, que comiencen a encauzar la realidad actual del sector.
- Que las especiales características que debe tener la normativa de higiene y seguridad en el trabajo agrario, en razón de las peculiaridades de éste, los lugares en que se desarrolla, la idiosincrasia de sus actores y la inocultable realidad del sector en la materia; hacen necesario que la S.R.T. continúe fijando pautas de cumplimiento particulares respecto de las actividades agrarias que así lo demanden.



Fuente propia

Un objetivo de las normas es prevenir accidentes, pero es fundamental que vayan acompañadas con la concientización del operador de maquinaria agrícola

Los datos existentes acerca de la accidentología rural relacionada al tractor, ponen en evidencia la necesidad de tener asesores y ART (Aseguradoras de Riesgos de Trabajo) con fuerte capacitación técnica para exigir que se cumpla con todas las normas de seguridad que corresponda para asegurarle un trabajo seguro al operador.

Los controles de las ART deben ser periódicos constatando las condiciones laborales y el estado de la maquinaria y además deben corroborar si los empleados han recibido la capacitación necesaria para el manejo de esas máquinas.

El primer escalón del conocimiento de la accidentología debe estar comprendido en los programas de enseñanza en todos los niveles, comenzando por los colegios y escuelas. Se descuenta su presencia y el rigor de exigencia desde el nivel de grado en la universidad. Está

claro que un aspecto fundamental de la prevención es la capacitación y si se aprende desde pequeño resultará más fácil su implementación en la etapa laboral.

La capacitación en el tema de seguridad tendría que ser una cuestión que entrara en la agenda de cualquier productor, municipio, entidades públicas como el INTA y hasta funcionarios provinciales y nacionales vinculados al sector agropecuario, ya sea por medio del Ministerio de Agricultura o afín. Resultará fundamental avanzar en educación para modificar hábitos para la prevención de accidentes ya que hay que conocer bien la máquina que se utiliza y capacitarse acerca de ella. Conocer su idioma y hablarlo nos convierte en un aliado de ésta y no en un enemigo potencial (Pollacino, 2000).

Los fabricantes de tractores a través de su red de concesionarios podrían brindar cursos de capacitación para los operadores que los han de conducir, así como de actualización frente a las innovaciones que se incorporan.

La instrucción es una herramienta fundamental para el operador y debe ser continua y no un simple curso, sino que al ser continua se adquieren experiencias ajenas y es un complemento extra y de gran ayuda para buscar soluciones a los problemas planteados y tratar de mejorarlos. En definitiva se debe buscar que la instrucción conduzca a la concientización del operador de maquinaria.

Si ampliamos la visión de los objetivos perseguidos, se puede afirmar que el cuidar la salud de los trabajadores tiene un componente económico, ya que al prevenirse drásticamente la cantidad de accidentes, las empresas enfrentarán menos costos ocultos de la no prevención.

8. CONCLUSIONES

- Respecto de la relación hombre-máquina, éste debe estar convencido de ser su propio director de seguridad.
- La seguridad originada a partir de la ingeniería de diseño, debe acompañarse con una permanente capacitación y toma de conciencia por parte del operador y/o usuario del tractor.
- Es fundamental que los tractores se ofrezcan al mercado con la certeza de la homologación desde fábrica.
- Para alcanzar los objetivos de la certificación de seguridad debe lograrse el compromiso real de todos los sectores involucrados.

9. BIBLIOGRAFÍA

Textos

Ammatuna, F. 1999. "El ruido en los tractores agrícolas". Trabajo de intensificación. Cátedra de Maquinaria Agrícola (FAUBA). Buenos Aires. 34 pp.

Apud, E.; M. Gutiérrez; F. Maureira; S. Lagos; F. Meyer; M.T. Chiang. 2002. Guía para la evaluación de trabajos pesados, con especial referencia a sobrecarga física y ambiental. Unidad de Ergonomía. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Concepción. Chile. 195 pp.

Barceló, L.E.; J.A. Hilbert; M. Aucaná. 2004. Efecto de diferentes presiones de inflado y regulaciones del asiento sobre las vibraciones de cuerpo entero en tractores agrícolas. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/iir/info/documentos/ergonomia/resvibra2.htm>

Bittner, R.H.; C. Bolton; R.E. Childers Jr.; H.J. Doss; H.A. Hughes; L.K. Pickett; R.H. Wilkinson. 1974. "Seguridad en la maquinaria agrícola". Deere Co. Moline Illions. 326 pp.

Borini, M.; J.A. Hilbert; A. Amador; H. Cetrángolo. 2003. Influencia de las aperturas y régimen del motor en el nivel de ruido en tractores agrícolas. CADIR - Congreso Argentino de Ingeniería Rural. 7-9 de mayo de 2003. Balcarce, provincia de Buenos Aires.

Cutuli, J.A.; L. Campanucci; M.O. Tusiani; J.M. Baztarrica; J.M. Martínez Prieto. 1978. "Seguridad e Higiene en el Trabajo". Instituto Argentino de Seguridad. 572 pp.

Deere & Company. Fundamentos de Funcionamiento de Maquinaria (FMO). Seguridad en la Maquinaria Agrícola. 1974. John Deere. Moline, Illinois. 326 pp.

Duncan, J.R. 1991. "Human Factors Concepts: An Overview". American Society of Agricultural Engineers. 272 pp.

Giménez de Paz, J.C. 2007. Ruido: para los posgrados de higiene y seguridad industrial. 1ª Edición. Ed. Nobuko. Buenos Aires. 176 pp.

Liljedahl, J.B.; W.M. Carleton; P.K. Turquinst; D.W. Smith. 1984. Tractores. Diseño y funcionamiento. Editorial Limusa. México. 432 pp.

Mondelo, P. R.; E. Gregori Torada y P. Barrau Bombardo. 2000. "Ergonomía". Editorial Alfaomega, 3ra. Edición. México. 194 pp.

Mulki, R. 1992. "La ubicación del psiquismo" Ed. Castiglioni. Buenos Aires. 79 pp.

Ortíz Cañavate, J.; J.L. Hernanz. 1989. "Técnica de la mecanización agraria". Editorial Mundi Prensa. Madrid. 642 pp.

Pollacino, J. 2000. Las A, las B y las tres C en maquinaria agrícola. "GUIA T.P. ENERGIA Y MECANIZACION AGRARIA". Facultad de Agronomía y Cs. Agroalimentarias (UM). Pollacino, J. y A. Romito

Pollacino, J., L. Larrosa y A. Romito 2008. "Ergonomía en la Mecanización de la Producción Agropecuaria" en "Agrosistemas, Impacto Ambiental y Sustentabilidad" Coord. Lidia Giuffré. Editorial Facultad de Agronomía - UBA. Buenos Aires. pp. 411 - 428

Pollacino, J. y L. Larrosa. 2001. "Ergonomía en la Mecanización de la Producción Agropecuaria" en "Impacto Ambiental en Agrosistemas". Coord. Lidia Giuffré. Editorial Facultad de Agronomía - UBA. Buenos Aires. pp. 207 - 222.

Santoro Giovanni, G. Vassalini, L. Ragni y G. Casini Ropa. 1999. "La misura dell'esposizione al rumore in agricoltura" CONAMA - Roma. 82 pp.

Tesouro, O.; L. Viccini; P. Saleme; A. Romito; J. D'Amico, L. Donato; D. Paredes; M. Roba. 2009a. Caracterización de la labor de siembra en el área de influencia de la EEA Famaillá. Informe Técnico de Siembra Nº 5. IIR-INTA. Mayo 2009. I.S.S.N. 1852-3080

Tesouro, O.; N. González; J. Elisei; A. Romito; J. D'Amico; L. Donato; D. Paredes; M. Roba; S. Duro. 2009b. Caracterización de la labor de siembra en el área de influencia de la EEA Pergamino. Informe Técnico de Siembra Nº 4. IIR-INTA. Abril 2009. I.S.S.N. 1852-3080

Zopello, G. 1987. Salud y confort del operador agrícola. Instituto di Meccanica Agraria. Università di Padova. Italia. Traducción y adaptación de Julio Pollacino, mayo 1987. 13 pp.

Normas

Decreto Nacional 617/97. Actividad Agraria. Reglamento de Higiene y Seguridad.

Decreto Nacional 658/96. Riesgos del Trabajo. Listado de Enfermedades Profesionales.

IRAM 4078/89. Parte 1. Guía para la evaluación de la exposición humana a vibraciones del cuerpo entero. Especificaciones generales. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

IRAM 8001-0/93. Maquinaria Agrícola. Definiciones. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

IRAM 8074. Revisión 2004. "Maquinaria vial, agrícola y forestal. Método para la determinación del punto índice del asiento (SIP)". Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

ISO 2631/97. Part 1. Evaluation of human exposure to whole-body vibration. International Organization for Standardization.

Resolución 295/03. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación (reemplazante del Decreto 351/79, Reglamentario de la Ley Nacional de Higiene y Seguridad Nº 19.587).

UNE-EN-294. Una Norma Española. 1993. Seguridad de las Maquinas. Distancias de Seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores.

Publicaciones periódicas

American Journal of Industrial Medicine. 2000. 38 (4). pp: 463-480.

Braunbeck, O. A.; R. H. Wilkinson. 1981. "Simulation of Human Spine Deformations for Low Amplitude Sinusoidal Excitation". Transactions of the ASAE. American Society of Agricultural Engineers. 24 (1). pp: 9-13.

Instituto de Ingeniería Rural (Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias). INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Sitio Web: <http://inta.gob.ar/unidades/222000/instituto-de-ingenieria-rural>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. INDEC. (www.indec.gov.ar). Censo Nacional Agropecuario 2002.

Márquez, L. 2001. La importancia del asiento en el tractor. Agrotécnica. Julio 2001. pp. 30 - 34

Pollacino, J. 2003. Cuando la máquina es aliada del productor. Acaecer Nº 327. pp. 22-25

Pollacino, J. 2009. "La ergonomía y los tractores". Genoma Nº 40: pp. 56-57

Stikeleather, Larry F. 1981. "Operator seats for agricultural equipment". American Society of Agricultural Engineers. 34 pp.

Comunicaciones personales

Pollacino, J. C. 2012. Lic. en Mecanización Agrícola (UADE). Dr. Ing. Agr. (Universidad Politécnica de Madrid. España); Profesor Titular Consulto de la Cátedra de Energía y Mecanización Agraria de la Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Morón.

Vaca, C. 2010. Ing. Industrial (UBA); Ing. Laboral (UTN); Ergónomo Forestal (Universidad de Concepción. Chile). Docente universitario en cursos de postgrado de la especialidad. Asesor-consultor en el ámbito estatal y privado.