



SINIESTRALIDAD, MORTALIDAD  
AGRÍCOLA, VUELCOS DE TRACTORES E  
INCENDIOS EN COSECHADORAS  
2010-2019

Fundación **MAPFRE**

Febrero de 2020

**Coordinación del trabajo:**

F. J. García-Ramos<sup>1</sup>

C. Jarén Ceballos<sup>2</sup>

**Autores del Informe:**

F. J. García-Ramos<sup>1</sup>

J. Val-Agüasca<sup>1</sup>

P. Martín-Ramos<sup>1</sup>

M. Videgain-Marco<sup>1</sup>

A. Boné-Garasa<sup>1</sup>

M. Vidal-Cortés<sup>1</sup>

J. Mangado<sup>2</sup>

C. Jarén<sup>2</sup>

P. Arnal<sup>2</sup>

A. López-Maestresalas<sup>2</sup>

C. Pérez-Roncal<sup>2</sup>

S. Arazuri<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Maquinaria Agrícola. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Zaragoza.

<sup>2</sup> Grupo de Investigación de Mecatrónica Agraria. Dpto. Ingeniería, ETS Ingenieros Agrónomos, Universidad Pública de Navarra

**Impulso y coordinación en Fundación MAPFRE:**

Jesús Monclús, Jorge Ortega y Jesús Hernández.

# Prólogo

## Mi carpeta amarilla

Febrero de 2020

Creo que me deshice de ella hace no mucho, haciendo limpieza en mi casa de Zaragoza. Era una carpeta amarilla, de esas de simple cartón, y en su esquina superior derecha, por la parte de afuera, ponía simplemente "Tractores". Contenía recortes de prensa de siniestros de tractores recopilados durante los años en los que estuve trabajando en mi ciudad natal, Zaragoza, al terminar la carrera. Los guardaba porque, en primer lugar, me daban mucha lástima porque estaba ya claro que la mayoría eran abuelos que morían solos en sus campos y porque, en segundo lugar, pensaba que recibían muy poca atención y que algún día, quizás, la situación podría o debería cambiar.

Hoy, 25 años después de comenzar a recortar noticias aparecidas principalmente en el Heraldo de Aragón, escribo el prólogo de este estudio. Ahora ya sé que hay personas en Pamplona, en Huesca, en Zaragoza, en Galicia, en Huelva, en Sevilla, en Madrid y en otros muchos lugares que están dedicando un ingente esfuerzo a reducir este tipo de siniestralidad. A muchos de ellos hemos tenido la fortuna de conocerles con motivo de este estudio.

Algunas de estas personas son los autores de este trabajo impulsado por Fundación MAPFRE. Y otros muchos nos han apoyado para su realización. Quiero dar las gracias a mis compañeros de Fundación MAPFRE en primer lugar, ya que su esfuerzo diario es siempre sincero y sentido. En particular, a Jorge Ortega y Jesús Hernández. También a nuestros compañeros de MAPFRE, José Luis Molero, Jorge Sicilia y Javier Olcoz, quienes nos convencieron hace ya más de un año de la necesidad de acometer este trabajo; a Ignacio Ruiz, Secretario General de Ansemat. Y los responsables y trabajadores de Feria de Zaragoza y la Feria Internacional de la Maquinaria Agrícola (FIMA) por todo su apoyo que espero tenga pronto sus frutos.

Afortunadamente, contamos en nuestro entorno con grandísimos profesionales como los autores de este informe y el investigador Pedro Arnal, a quienes quiero transmitir todo mi reconocimiento y admiración, o como Isaac Muñoz y Rafael Cano en el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales y otras muchas personas en las correspondientes entidades autonómicas, que dedican la mayor parte de su trabajo a luchar contra las víctimas en la actividad agrícola.

Todos ellos tratan, tratamos, de evitar una siniestralidad cotidiana, parece que poco importante, silenciosa... pero también tozuda: cada semana muere en España una persona aplastada por su tractor, y otra más fallece como consecuencia de otro tipo de situaciones producidas en el campo. Al menos eso nos dicen los recortes de prensa y noticias de medios de comunicación analizados sistemáticamente por los autores de esta investigación. Las cifras finales reales muy probablemente sean incluso superiores (los medios no suelen informar de las personas que fallecen como consecuencias de las lesiones varios días después del siniestro, por ejemplo).

El INSST registra todas aquellas muertes sucedidas en el ámbito laboral pero, cuando hablamos de tractores y de sus siniestros mortales, muchos fallecidos no llegan nunca a formar parte de dicha estadística. Ello se debe sobre todo a que la mayoría de los fallecidos tiene más de 65 años y ya no son trabajadores asalariados por cuenta ajena, y por tanto no cumplen el criterio fundamental para ser incluidos en los análisis del Instituto. Son a menudo personas ya jubiladas, trabajadores por cuenta propia, o cuya principal actividad no es el campo y utilizan el tractor a título particular o para una segunda, o tercera, actividad. Así, mientras que en los medios de comunicación en los últimos 10 años han aparecido, al menos, 1.172 noticias de personas fallecidas en el campo, los registros de los sucesivos ministerios de trabajo únicamente reportan 473: es decir, alrededor de únicamente el 40%.

De esos 1.172 fallecidos en el sector en esta última década, en 1.004 hubo algún tipo de maquinaria agrícola implicada (el 85,7%). De esos siniestros con maquinaria, en 880 muertes se trataba de un tractor (el 87,6% de siniestros con implicación de maquinaria y el 75,1% del total). De esas casi 900 muertes, 595 se produjeron al volcar el tractor: el vuelco del tractor supone alrededor del 59% de todos los siniestros mortales con maquinaria y el 51% de todos los siniestros mortales agrícolas.

Aunque estemos hablando de un número de fallecidos muy inferior al de otros ámbitos como la circulación vial, en donde hay alrededor de 1.800 muertes anuales, y a pesar de que la maquinaria moderna sea tremendamente segura, sin duda son cifras intolerables.

El perfil del fallecido está muy claro: el 54% de los fallecidos en siniestros de tractores tenía más de 60 años y la inmensa mayoría eran varones. Aunque también merece la pena destacar esos 19 fallecidos menores de 16 años en esta última década y en siniestros de tractores.

En el 91 % de los vuelcos con resultado mortal, el tractor o bien no disponía de una estructura de protección en caso de vuelco, o bien la llevaba abatida. En otro pequeño número de ocasiones, el tractor sí que disponía de estructura de seguridad, pero el tractorista no usaba el correspondiente cinturón de seguridad. La conclusión en este punto está muy clara: **¡prácticamente la inmensa mayoría de los fallecidos en vuelcos de tractor se podrían haber evitado!**

En octubre de 2019, el INSST lanzó una necesaria campaña para combatir las lesiones producidas por vuelco de tractor: "tu vida, sin vuelcos". Esta campaña cuenta con todo el apoyo de Fundación

MAPFRE y, de hecho, debería llegar a todos los rincones de nuestra geografía y a todos los tractoristas y sus familias.

Pero, al igual que sucede con otras violencias de magnitud comparable, hay que hacer muchísimo más. Para empezar, hay que hacer todo lo posible para universalizar los arcos y estructuras de protección en caso de vuelco y en todos y cada uno de los tractores actualmente en funcionamiento en España. Es precisamente en esa bolsa de tractores muy antiguos, sin arco ni estructura de protección, utilizados a menudo por personas que hace tiempo “comenzaron a peinar canas”, en dónde se concentra la mayor parte del riesgo.

Para empezar, hay que apoyar con decisión la renovación y modernización del parque de tractores, y también fomentar la instalación de las citadas medidas de seguridad en los tractores aún en funcionamiento que carezcan de ellas: arcos y estructuras de protección en caso de vuelco. La innovación en este sector también es fundamental, y España debería aspirar a ser una nación líder en ámbitos como el desarrollo de nuevos equipamientos de seguridad como inclinómetros o sistemas telemáticos o inteligentes que mejoren la seguridad (como el sistema eCall de los automóviles) y, al mismo tiempo, ayuden a reducir combustible, arcos que se desplieguen de modo automático, etc.

Pero también hay que trabajar ingentemente en mejorar la formación de los usuarios y trabajadores de este tipo de vehículos. Formación que podría ofrecerse, por ejemplo, a la hora de adquirir un nuevo vehículo: esta formación podría impartirse en los propios concesionarios o asociaciones de agricultores y recibir los correspondientes fondos de ayuda a la formación y al empleo de modo que no supusiera un aumento de costes ni para el comprador ni para el concesionario o el fabricante, sino una fuente de puestos de trabajo de calidad (formadores) y transmisión de principios de prevención (de vida, en definitiva). La mejora de la formación, que debe ser tanto práctica como teórica, ha de llegar igualmente a la formación profesional y en el momento de obtenerse la licencia de conducción en vías públicas de este tipo de vehículos. Sin olvidar la siempre fundamental formación universitaria, con buenas prácticas como, por ejemplo, las investigaciones de la Universidad Pública de Navarra o los máster de prevención de riesgos laborales de la Universidad de Huelva, por citar únicamente dos ejemplos.

Por último, también es imprescindible mejorar la investigación y los sistemas de registro y análisis de datos de este tipo de siniestralidad. Es sorprendente que los datos más completos sean aquellos que se obtienen de los medios de comunicación, y no de estadísticas oficiales. Es un buen momento, sin duda, para reconocer la importancia del trabajo también en este ámbito de todos los profesionales de la comunicación y, en concreto, de los redactores de los diarios locales (prensa escrita y diarios digitales).

Desde Fundación MAPFRE proponemos un plan integral de lucha contra la siniestralidad en el campo, que contenga las anteriores medidas y otras que puedan acordarse, y que debería formar parte de otro mucho más amplio de revitalización y revaloración de un sector tan importante en nuestro entorno y para todas las personas como el agrícola.

Vivimos en una sociedad y en un momento histórico de cambios, con innumerables demandas sociales tremendamente acuciantes, pero sin duda apostar por trabajos decentes, de hecho uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y, siempre como requisito básico, seguros debería ser una de las principales prioridades de futuro y de país.

Una de las acciones más acuciantes en este momento es sin duda, contribuir a visibilizar esta problemática para, a continuación, demandar acciones y medidas que también permitan alcanzar ese Objetivo Cero en la siniestralidad mortal y grave en el campo que tan necesario, y tan humano, resulta. Sin olvidar a ese perfil de siniestralidad al que yo hacía referencia al principio como “poco importante”, aunque en realidad quería decir todo lo contrario, que son en muchos casos nuestros padres o nuestros abuelos agricultores que tan duramente han trabajado durante toda su vida para, literalmente, darnos de comer.

Jesús Monclús  
Director de Prevención y Seguridad Vial  
Fundación MAPFRE

## Resumen

El presente informe ha sido elaborado de forma coordinada por el grupo de investigación de Mecatrónica agraria de la Universidad Pública de Navarra (UPNA) y el Laboratorio de Maquinaria Agrícola de la Universidad de Zaragoza (UZ). Consta de dos partes diferenciadas. En primer lugar se realiza un análisis de datos de siniestralidad en maquinaria agrícola relacionados con accidentes laborales y en segundo lugar se analiza el riesgo de daños materiales y su posible traducción en daños medioambientales originados por incendios generados por maquinaria agrícola, concretamente para el caso de las cosechadoras de cereal. La información relacionada con la siniestralidad ha sido elaborada por el grupo de investigación de Mecatrónica agraria de la UPNA mientras que los datos relacionados con el riesgo de incendio han sido elaborados por el Laboratorio de Maquinaria Agrícola de la UZ.

En relación con los datos de siniestralidad, el informe se basa en la información recogida en los medios de comunicación sobre un total de 1172 fallecidos en siniestros mortales registrados en el sector agrario en España desde 2010 al 2019 (ambos incluidos), la mayoría de ellos relacionados con la maquinaria agrícola. Tras varios años de estudio, desde el grupo de investigación de Mecatrónica agraria de la UPNA, se ha constatado que los datos oficiales de siniestralidad laboral del sector tienen poco que ver con la realidad, ya que arrojan unos resultados de siniestralidad muy por debajo de la realidad. Esto da una falsa imagen de seguridad laboral y enmascara un problema que existe en el sector agrario. Los siniestros mortales son los que tienen una mayor repercusión en los medios, apareciendo solo en menor medida los siniestros con resultado de heridos. Con la recopilación de estos siniestros mortales y el análisis y estudio de las noticias que los describen se ha realizado un estudio estadístico que busca sectorizar los siniestros creando grupos en función de distintos factores como el lugar donde se produce el siniestro, en qué circunstancias, qué máquina o elementos intervienen en el siniestro, etc. El objetivo final es el de visibilizar los factores de riesgo presentes con mayor frecuencia en los siniestros mortales. Se busca dar una visión global y mostrar un problema que no se percibe en el conjunto de la sociedad, ya que las noticias constituyen un goteo constante que la mayoría de veces únicamente aparece en los medios de comunicación regionales. La edad media de los fallecidos ha sido de 59.4 años, siendo la franja de edad de 76 a 80 años donde se alcanza el máximo y siendo la mayoría hombres. El mes de mayo y el martes son respectivamente el mes y el día de la semana en los que se han registrado más siniestros. El número medio de fallecidos al año ha sido de 117.2 en la década objeto de estudio. En más de 100 siniestros intervino alguna máquina agrícola y, en concreto, el tractor es el responsable de 88 muertes anuales, 60 por vuelco. En este caso, el 91% de los tractores no contaba con una estructura de protección al vuelco (ROPS) o llevaba el arco de

seguridad abatido. La salida de vía realizando labores de transporte y con el remolque es la principal causa de vuelco, sobretodo en caminos y carreteras aunque casi la mitad de los vuelcos se producen en las parcelas agrícolas. En el caso de los siniestros mortales de circulación, predominan las colisiones o alcances en los que están implicados un coche o furgoneta y un vehículo agrícola.

En segundo lugar también son de gran interés los daños medioambientales, además de los daños personales al trabajador. En España, en los años 2017 y 2018, se han producido 13.822 y 7.143 incendios forestales respectivamente, afectando a unas superficies totales de 178.436 y 29.907 ha. En relación con la causalidad del incendio, analizando una serie temporal (del 2002 al 2015) se observa que el 54% de los incendios han sido intencionados, el 26% debido a una negligencia/siniestro, y un 13% de causa desconocida. Analizando las causas de negligencia/siniestro, se aprecia que la mayoría de los incendios son debidos a la quema agrícola y a motores y máquinas. Estos últimos representan de media un 3.18% de los incendios totales.

En base a estos datos, se abordan los riesgos de siniestralidad debidos a incendios generados por cosechadoras de cereal durante su trabajo en parcela. Para ello, se realiza un análisis de las características del parque de maquinaria y, posteriormente, en base a estudios experimentales, encuestas a usuarios y datos bibliográficos, se identifican las zonas de riesgo de las cosechadoras y se cuantifica el nivel de riesgo en base a la medida de temperaturas en diferentes zonas de las máquinas. También se identifica un perfil de máquina con un mayor riesgo de incendio, que correspondería a máquinas con una potencia media de 286 CV, una antigüedad media de 15 años y que trabajan una media de 548 ha/año.



# CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>2. SINIESTRALIDAD EN EL SECTOR AGRARIO EN EL DECENIO 2010-2019</b>	<b>12</b>
2.1. Metodología	12
2.1.1. Fuente de datos	12
2.1.2. Análisis de las noticias de siniestros	14
2.2. Resultados y discusión	14
2.2.1. Datos globales de siniestralidad y comparación con los datos oficiales de MITRAMISS	14
2.2.2. Edad y sexo de los fallecidos	17
2.2.3. Día, mes, provincia y comunidad autónoma de ocurrencia	18
2.2.4. Factores de riesgo presentes en los siniestros	22
2.2.4.1. Distribución de los siniestros mortales según el vehículo implicado en el siniestro y de acuerdo con el tipo de siniestro	22
2.2.4.2. Análisis de los siniestros mortales por vuelco de tractor	23
<b>3. RIESGOS DE INCENDIO EN COSECHADORAS DE CEREAL</b>	<b>29</b>
3.1. Metodología	29
3.1.1. Fuente de datos	29
3.1.2. Análisis de las características técnicas de las máquinas	29
3.1.3. Determinación de puntos críticos de riesgo en cosechadoras	30
3.2. Resultados y discusión	30
3.2.1. Características de las máquinas con mayor riesgo de incendio	30
3.2.2. Zonas de origen de incendio	31
3.2.3. Cuantificación del riesgo de incendio	33
3.2.3.1. Temperatura alcanzada en la máquina	33
3.2.3.2. Factores ambientales	36
3.3. Medidas correctoras	36
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>40</b>
4.1. Siniestralidad en el sector agrario	40
4.2. Riesgos de incendios en cosechadoras	41
<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>42</b>

# 1. Introducción

El sector agrario es considerado un sector con baja siniestralidad en España. Esta imagen se desprende de las estadísticas oficiales de accidentes laborales. Ya Menéndez-Pidal en 1953 indicaba que, con frecuencia, pero con error, se ha creído que los siniestros del trabajo en la agricultura eran escasos o revestían poca gravedad (Jarén et al., 2018). Hoy en día sigue siendo habitual el considerar que el sector agrario es un sector con baja siniestralidad. Sin embargo, nada más lejos de la realidad como lo han dejado reflejados algunos trabajos previos (Mangado, 2006; Arana et al., 2010; Mayrhofer et al., 2013; Mangado et al., 2019). Esto es así, hasta cierto punto, si se analizan tan solo las estadísticas oficiales que anualmente publica el Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social (MITRAMISS) (López Gallego, 2017).

Un accidente laboral es considerado como tal solo cuando lo sufre un trabajador por cuenta ajena, quedando fuera de las estadísticas oficiales todos los siniestros sufridos por los trabajadores agrarios por cuenta propia que no cotizan por accidentes laborales, puesto que esta es voluntaria. También quedan fuera de la estadística los siniestros que sufren los familiares de los agricultores que muchas veces les ayudan en situaciones puntuales de trabajo, los siniestros que sufren los jubilados y las personas que, sin tener la actividad agraria como actividad principal, disponen de un huerto o una pequeña explotación agraria que atienden compaginando esta actividad con su ocupación principal. Todos estos trabajadores cuyos siniestros no son incluidos en la estadística hacen que la información de siniestralidad no sea representativa del sector (Mangado et al., 2019).

Por último, existe otro factor que enmascara aún más la siniestralidad en el sector, y es que los siniestros de tractores y máquinas autopropulsadas en carreteras y caminos suelen incluirse como siniestros de circulación, y no como accidentes laborales del sector agrario. Lamentablemente, a partir del 2014 se modifica la reagrupación de los datos que proporciona la DGT en una sola categoría denominada 'máquinas de obras y agrícolas y tractores agrícolas' con lo que ya no se puede extraer información sobre los siniestros de tractores de dichos anuarios (Arnal et al., 2017).

El sector agrario tiene una serie de características intrínsecas que incrementan el riesgo de siniestro de sus trabajadores. De ellas, las más destacables son:

- La enorme variedad de tareas a realizar.
- El empleo de distintas tecnologías y maquinaria.

- Trabajo al aire libre con los consiguientes factores ambientales variables.
- La urgencia con la que en muchas ocasiones hay que realizar las tareas.
- Trabajo habitualmente en solitario, aislado y muchas veces alejado de la atención sanitaria.
- Aplicación menos eficaz de medidas de prevención que en otros sectores como el industrial.
- Distribución variable de los tiempos de trabajo, alternando valles y picos de trabajo que provocan una presión temporal en los trabajadores que deben realizar tareas en un tiempo limitado dependiendo de factores ajenos como el clima, plagas etc.
- La temporalidad propia del sector, con mano de obra contratada en los momentos de máxima carga de trabajo.

Todas estas características suponen factores que incrementan los riesgos y que afectan en mayor medida a los trabajadores agrarios por cuenta propia cuyos siniestros no se consideran accidentes laborales.

El objetivo general de este informe es obtener una visión más real de la siniestralidad en el sector agrario. Para ello, además de la cuantificación de los mismos, se han analizado los factores de riesgo más repetidos en los siniestros mortales ocurridos en este sector en España en el decenio considerado, así como el estudio de riesgos en una de las máquinas que provoca mayores daños ambientales como son las cosechadoras de cereal debido a los incendios generados en las cosechas estivales.

## 2. Siniestralidad en el sector agrario en el decenio 2010-2019

### 2.1. METODOLOGÍA

#### 2.1.1. Fuente de datos

Desde el año 2004 el Grupo de Investigación “Mecatrónica Agraria”, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la UPNA, ha ido recogiendo los siniestros que aparecen en los medios de comunicación referentes a los siniestros mortales en el sector agrario, principalmente los relacionados con el tractor agrícola. En los primeros años, las fuentes eran principalmente la prensa escrita. Sin embargo, en los últimos años la principal fuente de información ha sido la prensa digital.

Después, se amplió la búsqueda a la siniestralidad en el sector agrario en su concepto más amplio, incluyendo todo tipo de siniestros mortales o no y relacionados con cualquier causa o factor. Esto unido a la facilidad de acceso a muchas hemerotecas a través de internet y al uso de buscadores ha supuesto un importante aumento del número de noticias publicadas en distintas páginas web a las que hemos podido acceder.

Por otra parte, también se han recogido los datos oficiales de siniestralidad en el sector agrario procedentes de la información que anualmente publica el Ministerio con competencias laborales (actualmente Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. MITRAMISS, 2020). En este caso, los datos del 2019 son aún provisionales.

Es importante recalcar, una vez más, que este estudio se ha realizado a partir de datos no oficiales y que nos vamos a centrar en los siniestros mortales ya que es este tipo de siniestros son los que principalmente son registrados por las noticias en los medios de comunicación. A partir de ahí, aplicaremos la teoría de la pirámide de Heinrich para estimar el número de heridos graves, leves, ilesos y conatos que se producen en el sector agrario. Según dicha teoría, por cada siniestro mortal se producen 10 siniestros graves, 30 leves y 600 incidencias (Lecca et al., 2013). Después compararemos los datos medios de los 10 años con los datos oficiales de siniestralidad laboral.

Partimos de la idea de que no hemos conseguido recoger todos los siniestros, actualmente existen muchos más medios digitales que cuando se comenzó a recopilar la información. Además no todos los siniestros aparecen en los medios de comunicación y, en algunas comunidades autónomas, sus medios de comunicación se interesan más por estas noticias que en otras.

Otra falta de información de los siniestros mortales son los siniestros cuyas consecuencias son heridos graves, los cuales tienen menor relevancia en prensa que los mortales. En ocasiones, estos heridos graves fallecen varios días o semanas después como consecuencia del siniestro, pero al haber pasado un cierto tiempo desde que ocurrió el mismo, esas muertes no suelen generar noticia y no se publican, salvo excepciones.

En cuanto a la información que se ofrece en los medios de comunicación, en algunos casos, los menos, se ofrecen detalles del siniestro y del accidentado que nos pueden ayudar a entender lo que ha ocurrido. Pero en la mayoría de los casos, la inmediatez con la que se da la noticia, no ha permitido aun la investigación del siniestro y los datos que se aportan de los siniestros no aclaran lo que realmente ha sucedido. En esos casos, las noticias se limitan a informar que *“una persona ha fallecido en un siniestro con su tractor mientras realizaba labores agrícolas”*, indicando la hora a la que se ha dado aviso al 112 del siniestro y de los medios que se han movilizad, bomberos, ambulancia, etc.

Otras noticias dan descripciones del siniestro además de escasas, confusas, no pudiendo obtener la información suficiente como para poder saber o deducir las causas que han propiciado al siniestro; otras veces, diferentes medios de comunicación cubren el mismo siniestro y dan versiones distintas de como ha ocurrido el siniestro.

La lectura e interpretación de las reseñas que informan de los siniestros plantea, además del problema de la falta de información en muchas de las noticias, la gran variabilidad de siniestros y de factores que intervienen. Esto no es más que un reflejo de una de las características de los trabajadores del sector agrario: las muchas tareas diferentes que desarrollan durante la realización de los trabajos que le son propios.

Aun considerando todos los puntos anteriores que dificultan el análisis, el número de noticias que cubren siniestros mortales es de tal magnitud que se pueden sacar conclusiones estadísticas relevantes que informan de los factores de riesgo que intervienen con más frecuencia en los siniestros mortales.

Todos los siniestros son diferentes, siendo los mortales con maquinaria agrícola además de los más numerosos, los que más factores en común suelen tener y en los que resulta más fácil encontrar factores de riesgo repetidos los mismos. Para ello, tras la búsqueda y localización de las noticias de cada uno de los siniestros que hemos registrado, se ha realizado un intento de confirmación de la noticia, comparando las distintas fuentes o incluso investigando en la medida de lo posible el siniestro. Una vez realizada esa labor, se ha ido conformando una base de datos en la que se han recogido los siguientes datos: fecha, edad y sexo de la persona o personas siniestradas, resultado (muerto, grave, leve o ileso), lugar (municipio y provincia), tipo de siniestro, causas, máquinas o vehículo/s implicado/s, presencia o no de cabina en el caso de los tractores y causas de vuelco en ese tipo de siniestros.

### **2.1.2. Análisis de las noticias de siniestros**

En primer lugar, se ha realizado una selección de todo el conjunto de siniestros registrados para seleccionar únicamente los siniestros mortales, por las razones expuestas anteriormente. A continuación, se ha realizado un análisis general de los siniestros mortales, en primer lugar, su cuantificación total, comparando esos datos con los accidentes laborales mortales oficiales. En segundo lugar, se han analizado los factores de riesgo más recurrentes en estos siniestros. Así, se han obtenido y representado para todos los accidentados fallecidos la edad y el sexo de los mismos. Por otra parte, se ha analizado su distribución por meses y días de la semana en función de la fecha del siniestro.

Para realizar un análisis más específico de los siniestros, en función de qué factores de riesgo están implicados en el mismo, se van a emplear únicamente los siniestros acontecidos desde 2010 a 2019, de los cuales se ha buscado la máxima información, intentando descubrir cómo y porqué se ha producido.

Hay que indicar que en muchos de estos siniestros y por mucho que se indague en internet buscando distintos medios digitales que aclaren sus características, las reseñas en distintos medios muchas veces es la repetición de la nota de prensa de las agencias de noticias EFE o Europa Press, quedando muchos siniestros sin explicar a no ser que el medio de prensa local informe con más detalle sobre el mismo.

## **2.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **2.2.1. Datos globales de siniestralidad y comparación con los datos oficiales de MITRAMISS**

Tal y como se ha comentado en el apartado 2.1, la primera operación realizada con los datos ha sido seleccionar el número de siniestros mortales en los diez años objeto de estudio. De los 1.286 siniestros recogidos, un total de 1.172 han sido mortales. Esta proporción no es normal y se atribuye al hecho de que, tal y como se ha comentado, los medios de comunicación suelen recoger preferentemente los siniestros mortales. Los resultados de aplicar en este caso la teoría de la pirámide de Heinrich, tanto para el total de siniestros como para la media de los 10 años, los podemos ver en la Tabla 1, así como los datos oficiales que publica el MITRAMISS del sector agrario.

Tabla 1. Datos de siniestralidad de los medios de comunicación aplicando la teoría de Heinrich y los publicados por el MITRAMISS (2010-2019)

Fuente	Medios de Comunicación		MITRAMISS	
	Total	Media	Total	Media
Siniestro				
Mortal	1.172	117.2	473	47.3
Grave	11.720	1172.0	3888	388.8
Leve/ Incidente	738360	73836.0	278997	27899.7

Los datos recogidos muestran que durante los últimos diez años se ha producido una media de algo más de 117 muertes al año en el sector agrario. Sin embargo, los datos oficiales de muertes laborales en el sector agrario son solo de 47.3; menos de la mitad y con la certeza de que el número es posible que sea aun mayor. Esta diferencia se debe a que, como se ha comentado, las estadísticas oficiales solo recogen los siniestros laborales sufridos por trabajadores, tal y como están definidos en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Sin embargo, quedan fuera los siniestros sufridos por muchos trabajadores agrarios por cuenta propia, los familiares de los agricultores que ayudan o acompañan en las tareas agrícolas, los jubilados y las personas que no tienen la actividad agraria como su actividad principal (Mangado et al., 2019).

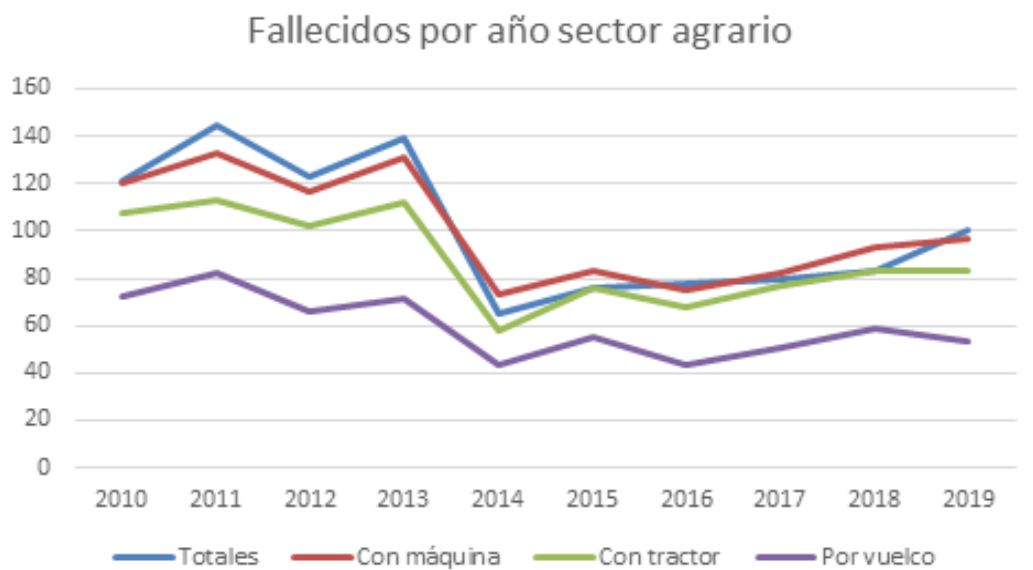


Figura 1. Evolución del número de fallecidos en siniestros relacionados con el sector agrario (2010-2019).

Si nos centramos ya en esos 1.172 siniestros mortales recogidos, en 1004 de ellos hay una máquina implicada en el mismo (Figura 2).

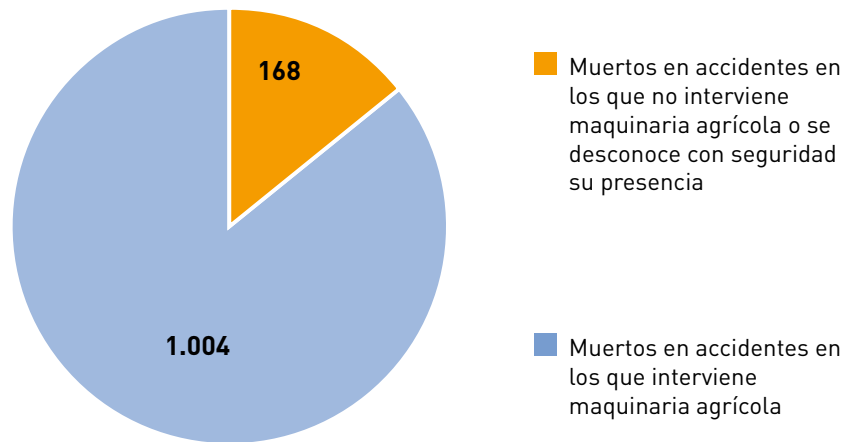


Figura 2. N° de fallecidos en siniestros relacionados con el sector agrario (2010-2019).

La Figura 3 muestra la causa principal de esos otros 168 siniestros fatales en los que no ha intervenido una maquinaria agrícola. Entre ellos podemos destacar los 53 (4.5%) producidos por caídas de objetos, los 28 (2.4%) por quemaduras y los 21 (1.8%) por caídas a distinto o al mismo nivel.

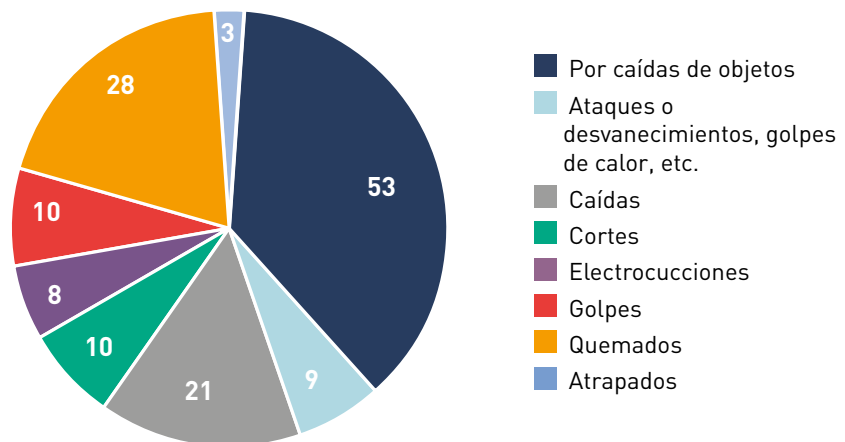


Figura 3. Número de fallecidos según la causa de los siniestros mortales relacionados con el sector, en los que no interviene maquinaria agrícola (2010-2019).

Del total de noticias de siniestros mortales recogidas, como se muestra en la Figura 2, la mayoría (85.6%) corresponden a siniestros en los que interviene una maquina agrícola. En adelante, estos 1.004 siniestros son los que vamos seguir analizando en el informe.



## 2.2.2. Edad y sexo de los fallecidos

De los 1.004 fallecidos, únicamente disponemos del dato de la edad de 944 (94%). En la Figura 4 se aprecia claramente que la mayoría de los accidentados son personas mayores, con una media de edad de 59.4 años, siendo 408 de ellos (el 43.2 %) mayores de 65 años, así que muy probablemente estarían jubilados.

También se aprecia que existen concretamente 20 niños (2.1%) menores de 16 años fallecidos en siniestros con maquinaria agrícola. Todos ellos, al ser menores de 16 no pueden ser trabajadores y suelen ser familiares que acompañaban a su padre, o a su abuelo, mientras estos realizaban sus tareas.

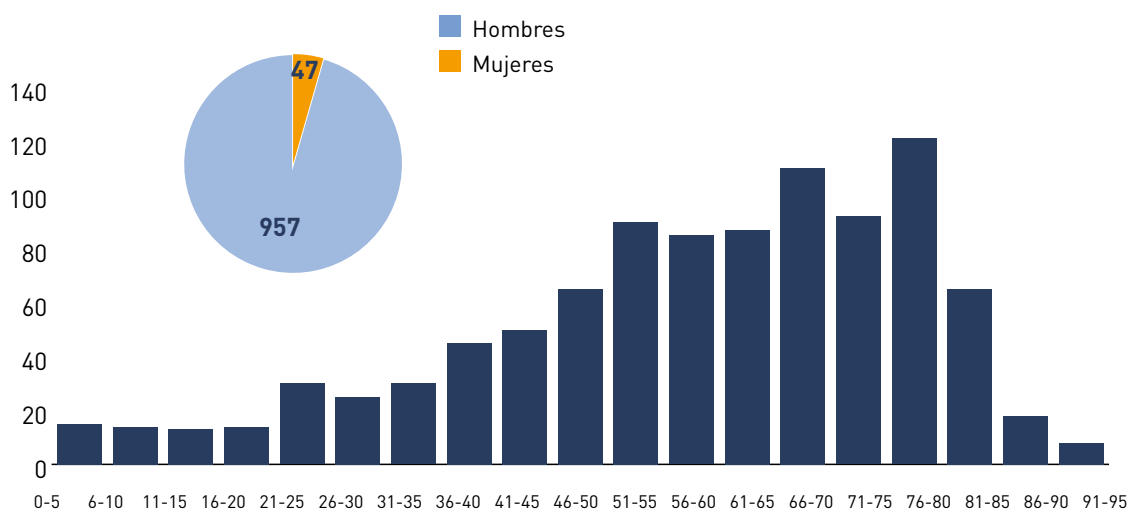


Figura 4. Número de fallecidos en siniestros con maquinaria por grupos de edad, y sexo del fallecido (2010-2019).

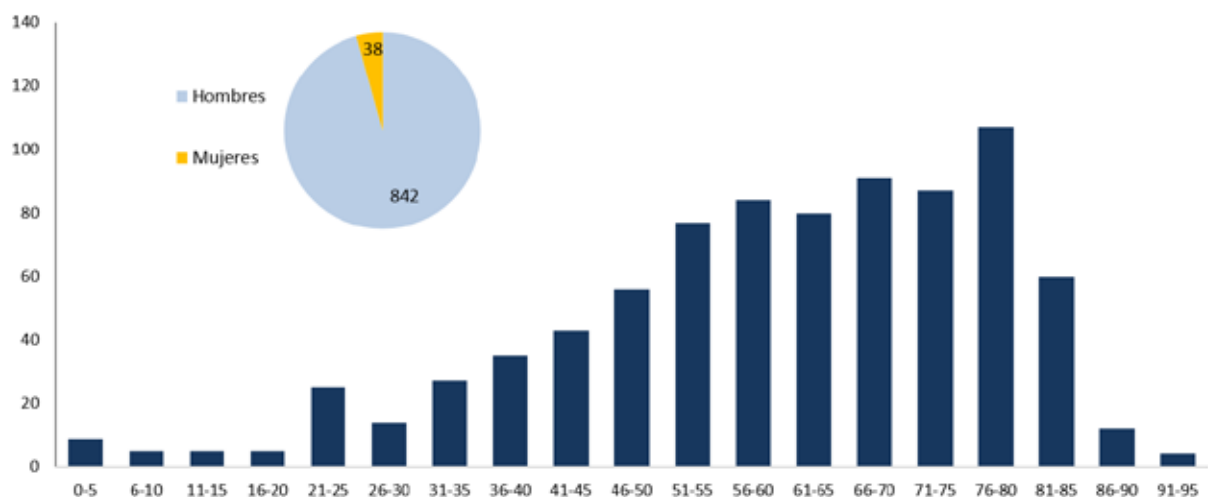


Figura 5. Número de fallecidos en siniestros con tractores, por grupos de edad, y sexo del fallecido (2010-2019).

Si realizamos la misma estadística, pero analizando solo la edad de los fallecidos en vuelcos de tractor tenemos que la media se eleva a 62 años, y si descontamos los 5 fallecidos menores de 16 años que han muerto en vuelcos por ser acompañantes, tenemos que la media de edad de los fallecidos en vuelcos de tractor se eleva a 62.5 años. En el caso de las mujeres, aunque hay muy pocas, la edad media es de 61 años.

### 2.2.3. Día, mes, provincia y comunidad autónoma de ocurrencia

En la Figura 6 se muestra el número de fallecidos en siniestros distribuidos en los distintos meses del año. Los meses de otoño e invierno, en los que la duración del día y las condiciones meteorológicas limitan el tiempo de trabajo en el campo, son los meses en los que se recogen un menor número de siniestros, hasta un 20% menos que la media. En contrapartida, los meses de primavera y verano, en los cuales se realizan más labores en el campo, son los que más siniestros agrupan, hasta un 30% más que la media. Destaca mayo con 124 siniestros mortales causados por una máquina agrícola como el mes con un mayor número y, por el otro extremo, tenemos enero con tan solo 52 siniestros.

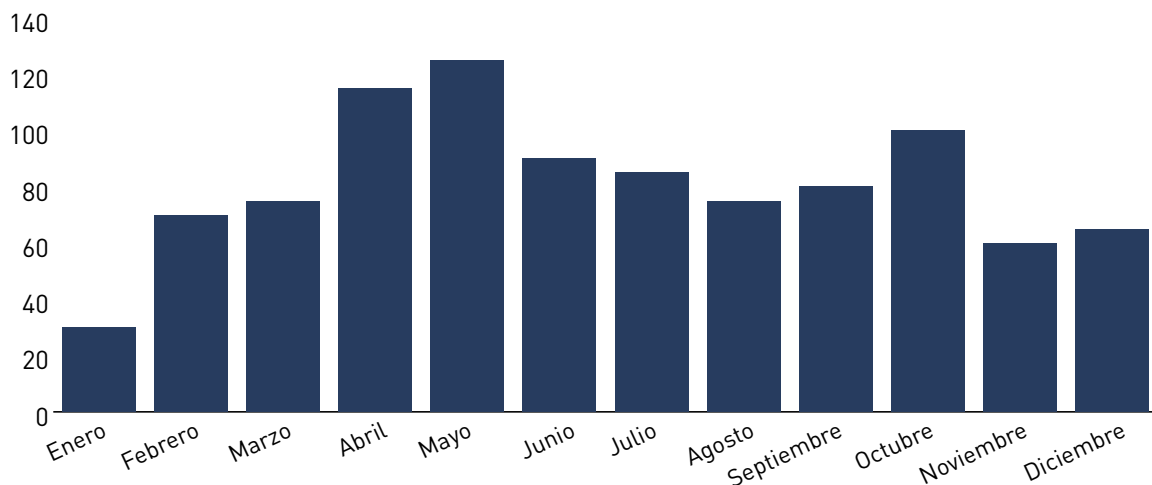


Figura 6. Distribución mensual del número de fallecidos en siniestros (2010-2019).

La parte final del verano y comienzo del otoño no responde a lo anterior. En agosto y septiembre, aunque el día es largo, las labores en el campo son menos frecuentes que los meses anteriores, el campo reposa en espera de las lluvias; y en octubre se da ya un repunte de siniestros mortales, coincidiendo con el mes de preparación y siembra de los cereales de invierno.

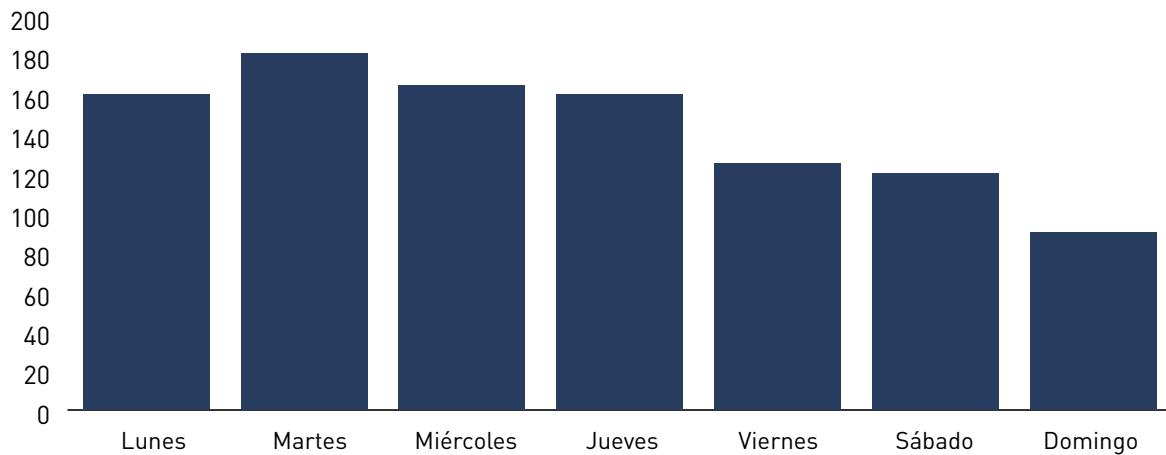


Figura 7. Distribución semanal del número de fallecidos en siniestro(2010-2019).

Respecto a la distribución por el día de la semana en el que se producen los siniestros (Figura 7) tenemos que el martes, con 183 siniestros mortales, es el día que más hay y, como era de esperar, el domingo con 89 siniestros, el día que menos. Es de destacar que los fines de semana se mantiene la actividad laboral tanto en el sector ganadero como en el agrícola a tiempo parcial.

En lo referente a la distribución por comunidades autónomas y provincias aparece de manera destacada Galicia seguida de Andalucía, como las comunidades con mayor número de fallecidos. Si el análisis lo realizamos sobre provincias es A Coruña seguida de Valencia la que más fallecidos por siniestros agrícolas presenta, aunque si nos centramos en siniestros con tractores es Valencia la que destaca con 43 fallecidos.

Tanto en la distribución por provincias como por comunidades autónomas debemos ser muy cautos con los datos ya que estos pueden reflejar una especial sensibilidad de la prensa local con este tipo de siniestros o la existencia de un mayor parque de vehículos agrícolas entre otros factores.

Tabla 2. Datos de fallecidos por CCAA y tipo de siniestro. Fuente: medios de comunicación (2010-2019)

Comunidad Autónoma	Con máquinas	Con tractor	Por vuelco
Andalucía	124	110	63
Aragón	74	59	43
Asturias	42	35	26
Cantabria	14	11	8
Castilla la Mancha	64	58	32
Castilla y León	107	81	36
Cataluña	82	78	55
Com. Valenciana	102	94	79

Extremadura	41	37	26
Galicia	184	169	123
Islas Baleares	20	19	11
Islas Canarias	11	9	7
La Rioja	17	17	12
Madrid	12	11	10
Murcia	45	43	31
Navarra	31	23	12
País Vasco	34	26	21
<b>TOTAL</b>	<b>1.004</b>	<b>880</b>	<b>595</b>

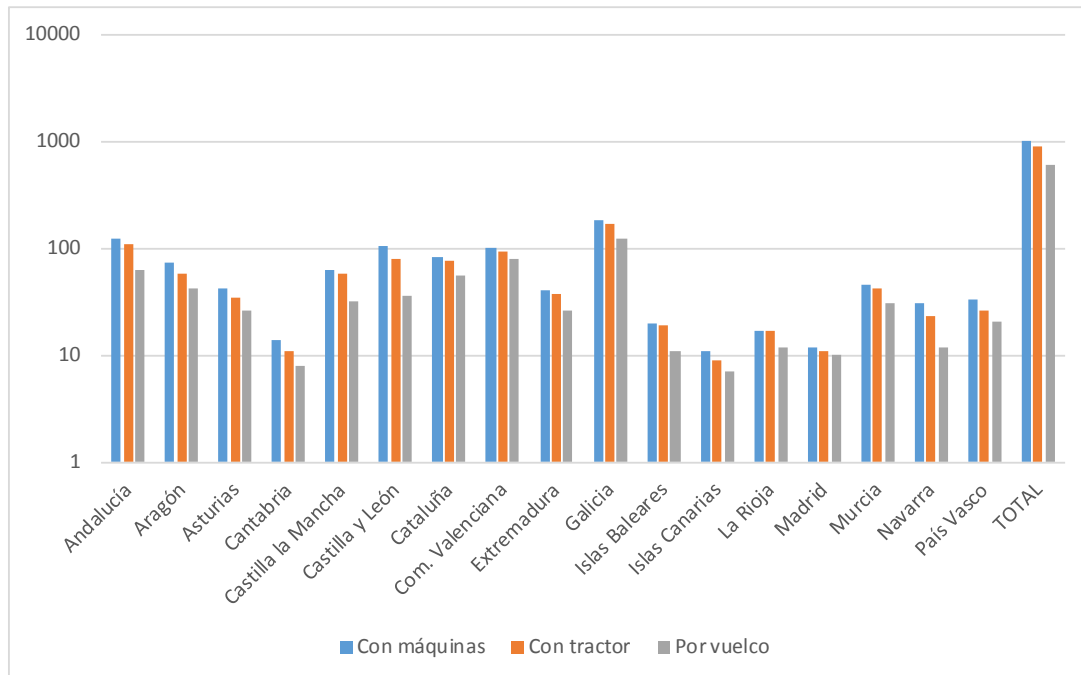


Figura 6. Distribución de fallecidos por CCAA y tipo de siniestro. Fuente: medios de comunicación (2010-2019).

Tabla 3. Datos de fallecidos por provincia y tipo de siniestro. Fuente: medios de comunicación (2010-2019)

Provincia	Con máquinas	Con tractor	Por vuelco
Cádiz	4	4	1
Segovia	6	5	0
Santa Cruz de Tenerife	5	4	4
Álava	6	5	3
Las Palmas	6	5	3
Valladolid	10	4	0
Soria	7	6	2
Palencia	9	8	1
Ávila	8	8	4
Ciudad Real	9	9	2
Girona	10	8	5

Guadalajara	9	9	5
Huelva	9	9	5
Málaga	9	9	5
Albacete	11	9	5
Vizcaya	12	9	6
Zamora	13	9	6
Salamanca	16	10	3
Cáceres	11	11	8
Cantabria	14	11	8
Madrid	12	11	10
Toledo	14	12	8
Castellón	13	13	11
Sevilla	15	14	9
Teruel	15	12	11
León	17	13	9
Gipuzkoa	16	12	12
Almería	17	14	11
Barcelona	16	16	11
La Rioja	17	17	12
Granada	19	18	10
Burgos	21	18	11
Illes Balears	20	19	11
Cuenca	21	19	12
Jaén	24	21	9
Ourense	21	20	16
Córdoba	27	21	13
Huesca	29	21	11
Lleida	26	25	14
Navarra	31	23	12
Badajoz	30	26	18
Zaragoza	30	26	21
Tarragona	30	29	25
Alicante	37	33	25
Asturias	42	35	26
Pontevedra	45	39	33
Murcia	45	43	31
Lugo	53	50	35
Valencia	52	48	43
A Coruña	65	60	39
<b>TOTAL</b>	<b>1.004</b>	<b>880</b>	<b>595</b>

## 2.2.4. Factores de riesgo presentes en los siniestros

### 2.2.4.1. Distribución de los siniestros mortales según el vehículo implicado en el siniestro y de acuerdo con el tipo de siniestro

La Figura 9 muestra la distribución de los siniestros, con los que se realiza el estudio, según la maquinaria agrícola implicada. Por abrumadora mayoría, el tractor con 880 siniestros (87,6% de los siniestros mortales con máquinas, y el 75,1% de los siniestros mortales registrados) es la máquina que se ve involucrada en un mayor número de siniestros mortales, de ahí que le dediquemos un poco de más atención. Aclarar que el grupo de siniestros en el que está el tractor incluye los siniestros provocados por el tractor y también siniestros provocados por los aperos enganchados al mismo. Con el análisis de las reseñas de las noticias recogidas no siempre se puede deducir claramente si ha sido el tractor o el apero el causante del siniestro.

Le siguen con un mayor número de siniestros mortales el motocultor, los aperos y las cosechadoras. Respecto al grupo "otros" incluye los siniestros mortales en los que interviene algún vehículo no incluido en los grupos anteriores.

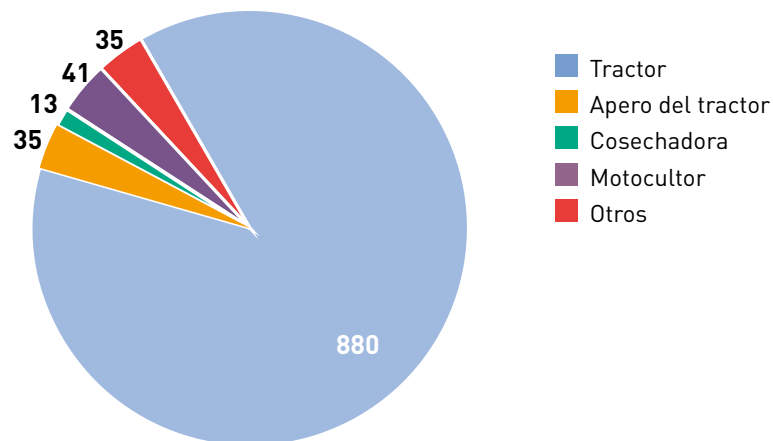


Figura 9. Distribución de los siniestros mortales según el vehículo implicado en el siniestro(2010-2019).

Centrándonos nuevamente en los siniestros en los que está implicada la maquinaria se realiza otra sectorización según el tipo de siniestro. Se muestra en la Figura 10.

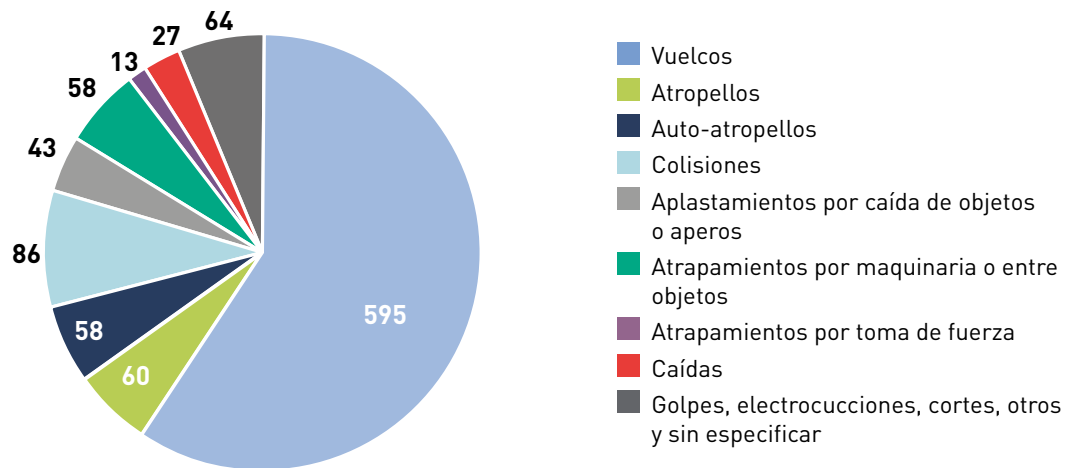


Figura 10. Distribución de los siniestros con máquinas implicadas en función del tipo de siniestro(2010-2019).

Destaca claramente el vuelco como el tipo de siniestro mortal más frecuente (59% de los siniestros mortales con una máquina implicada y el 51% de los siniestros mortales) que, con 595 casos, nos da una media de más de 59 fallecidos al año en España únicamente por esta causa. Esto supone unos 5 fallecidos al mes o un fallecido cada 6 días. De los 595 vuelcos, 571 son vuelcos con el tractor y el resto con otras máquinas (cosechadora, motocultores, etc.).

La siguiente causa más frecuente, sería la suma de los atropellos y auto-atropellos (12%), seguido de las colisiones y de los atrapamientos.

El motocultor, con 41 siniestros registrados (4%) (Figura 9), es el vehículo agrícola que está presente en segundo lugar en los siniestros mortales. Los tipos de siniestro que se dan con los motocultores son básicamente dos, el más frecuente es el atrapamiento del usuario. Este atrapamiento tiene dos versiones, el atrapamiento con el eje de azadas y el atrapamiento entre el motocultor y un obstáculo fijo, como un árbol o una pared, al maniobrar marcha atrás. La segunda causa es el vuelco, que se produce cuando el motocultor va circulando como un tracto carro.

#### 2.2.4.2. Análisis de los siniestros mortales por vuelco de tractor

De los 571 vuelcos de tractor, únicamente en 286 siniestros se menciona cual ha podido ser la causa más probable que ha podido provocar el vuelco. En la Figura 11 se representan el número de siniestros de acuerdo con la causa principal que ha influido en el vuelco. La mayoría de las veces el vuelco del tractor no es consecuencia de un solo factor de riesgo, sino que es el resultado de la combinación de varios factores. Como se puede ver, el factor predominante es la salida de vía con un 33% de los casos, seguido de la caída por terraplén con un 22%.

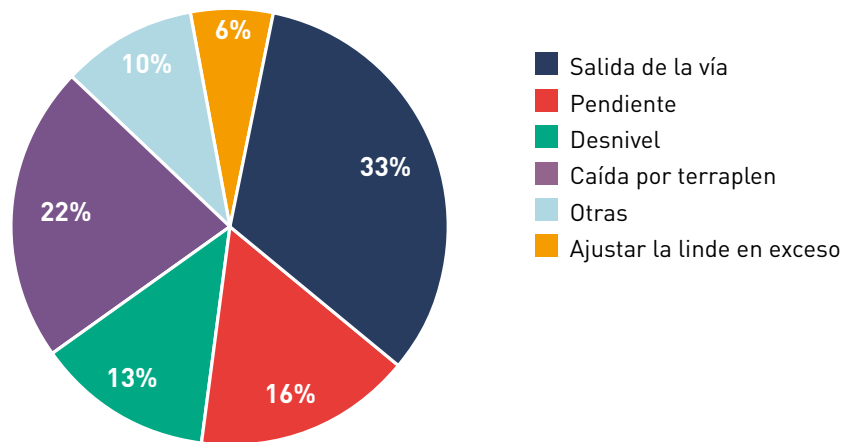


Figura 11. Factores de riesgos principales, en porcentaje, presentes en los siniestros por vuelco de tractor (2010-2019).

Respecto al lugar en el que se encontraba el tractor en el momento del vuelco, solo se especifica en 526 casos. La Figura 12 muestra que las víctimas de los vuelcos del tractor en las parcelas (49%) son algo más frecuentes que las de vuelcos de tractor en caminos y carreteras (42%).

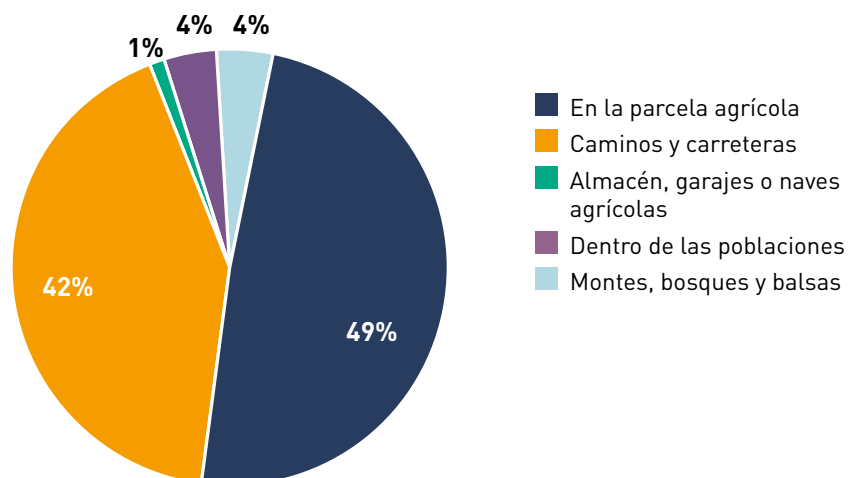


Figura 12. Distribución porcentual de los siniestros mortales según el lugar donde se produce el vuelco (2010-2019).

Si extendemos el análisis del lugar del siniestro al total de los siniestros mortales relacionados con la maquinaria agrícola de los que tenemos información, y no solo a los siniestros por vuelco de tractor, obtenemos a partir de 904 reseñas la Figura 13. Predominan los mismos lugares en donde se dan los vuelcos, parcelas y carreteras y caminos, pero se aprecia también un porcentaje significativo del 6% para siniestros dentro de poblaciones y en almacenes, garajes, cooperativas, etc.



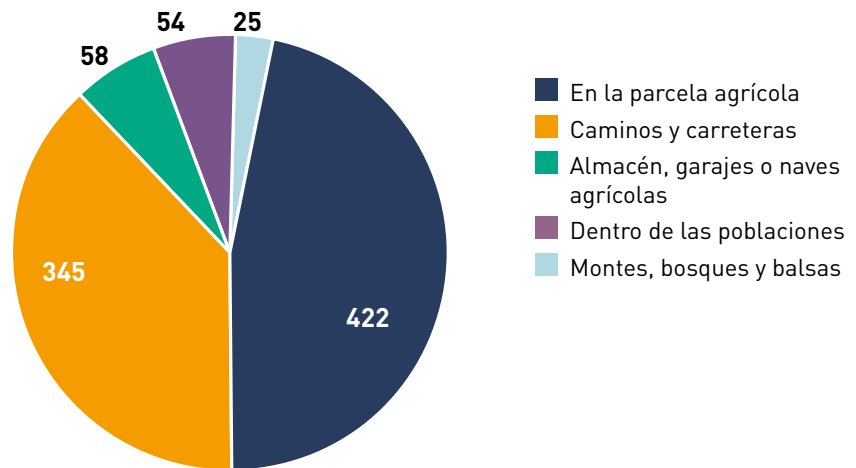


Figura 13. Lugar donde se produce el siniestro con maquinaria agrícola implicada (2010-2019).

Los resultados del análisis de las noticias en función del trabajo que se estaba realizando en el momento del vuelco se representan en la Figura 14 para el total de siniestros relacionados con el empleo de maquinaria agrícola, disponiendo de esta información en 347 siniestros. Destacar que el trabajo más frecuente en el total de los siniestros es el transporte con remolque, con un 26%.

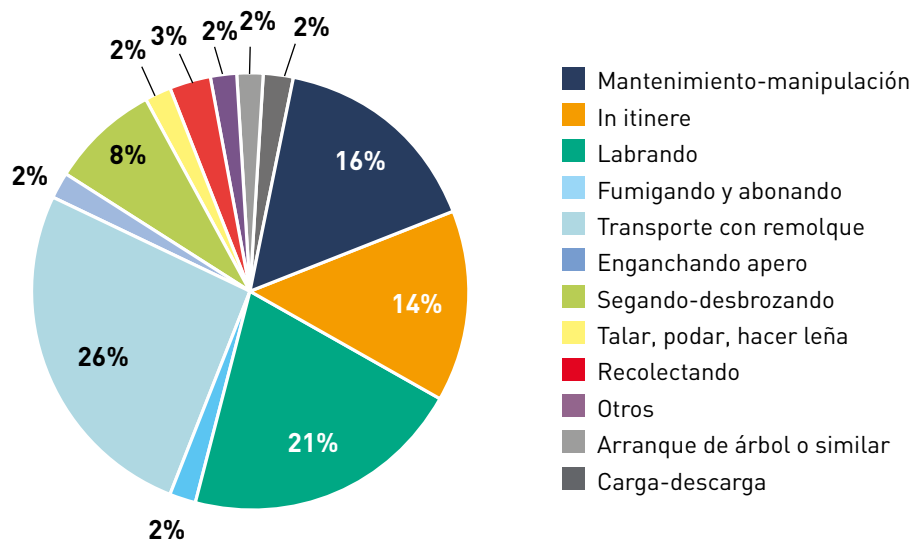


Figura 14. Trabajo que se estaba realizando con la maquinaria en el momento del siniestro (2010-2019).

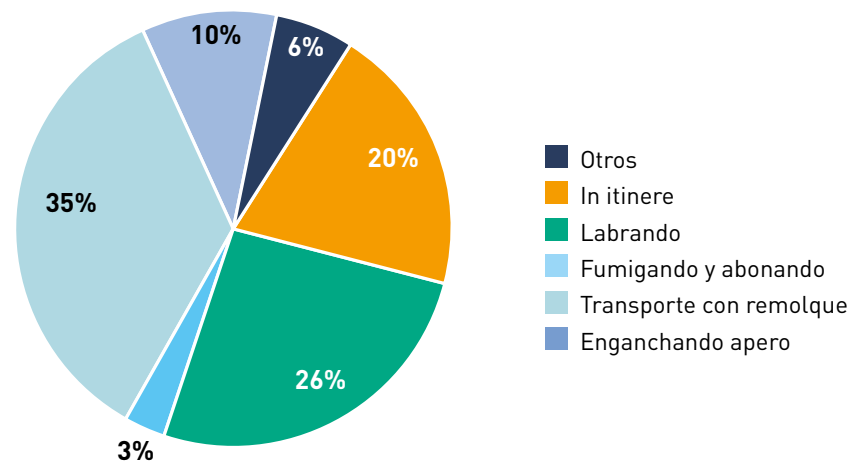


Figura 15. Trabajo que se estaba realizando cuando se produce el vuelco de tractor (2010-2019).

Las reseñas de siniestros en las que se ha producido el vuelco se muestran en la Figura 15, disponemos de esta información en 191 casos. Estos resultados vuelven a confirmar lo que se desprende de la lectura de las crónicas de los siniestros, en contra de lo que se pueda pensar, no provocan más vuelcos los trabajos en parcelas en pendiente. Donde más vuelcos de tractor se producen es en los desplazamientos, destacando el alto porcentaje de vuelcos de tractor en los que este iba arrastrando un remolque. En una tercera parte de los vuelcos de tractor existe también el factor remolque.

El 26% de los vuelcos ocurren mientras se está realizando el laboreo del suelo. Que aparezca este alto porcentaje de vuelcos realizando esta labor es normal ya que es el tipo de labores en las que más tiempo se emplea el tractor, y en las que éste se acerca más a las lindes de las parcelas con sus desniveles.

A destacar también la labor de siega y desbroce. En esta labor sí que suele estar presente el factor pendiente, principalmente en la siega de pastos de montaña en parcelas con mucha pendiente que además puede estar resbaladiza por la presencia de hierba húmeda en el suelo. Por lo tanto, en los desbroces de esos pastos o de lindes de parcelas tenemos el factor pendiente y el factor desnivel ya que el tractorista en la labor se acerca a la linde de la parcela.

Para terminar de estudiar los vuelcos de tractor, únicamente en 147 vuelcos se especifica si el tractor disponía de estructura de protección al vuelco (ROPS). En la Figura 13, podemos observar que el 91% de los fallecidos iba en un tractor sin ROPS o con el arco abatido. De las noticias con fallecidos en vuelcos de tractor con ROPS, las noticias dejan constancia únicamente de un siniestro en el que la estructura ha colapsado atrapando al tractorista, en otros siniestros mortales con ROPS, el fallecido ha salido despedido (por no llevar cinturón de seguridad) o ha intentado escapar y ha sido atrapado.

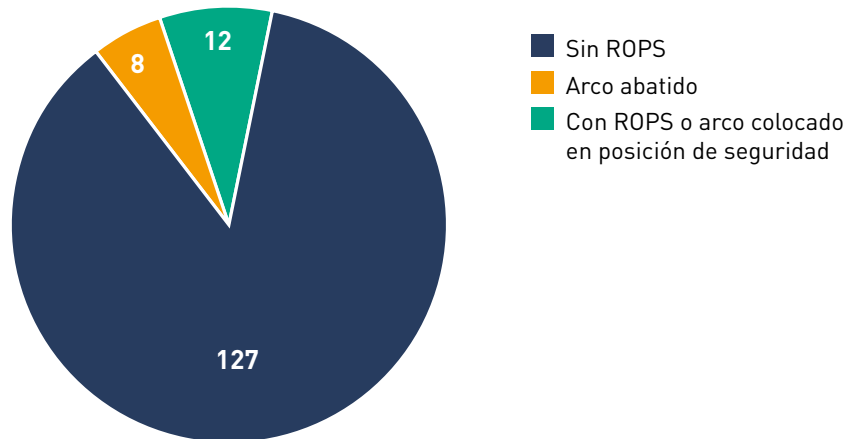


Figura 16. Presencia de ROPS en los siniestros mortales con vuelcos del tractor.

Por último, se han separado del total de siniestros con maquinaria agrícola aquellos acontecidos en carreteras en los que han intervenido más vehículos, como suelen ser las colisiones o los alcances en los que está presente alguna maquina agrícola, ya sea un tractor, una cosechadora, etc. Del estudio de estos siniestros tenemos 70 fallecidos y en la Figura 17 se representan el número de siniestros mortales en función de en qué vehículo viajaba el fallecido. El grupo más numerosos de fallecidos es el de los ocupantes del coche o furgoneta con 30 de las 70 víctimas mortales.

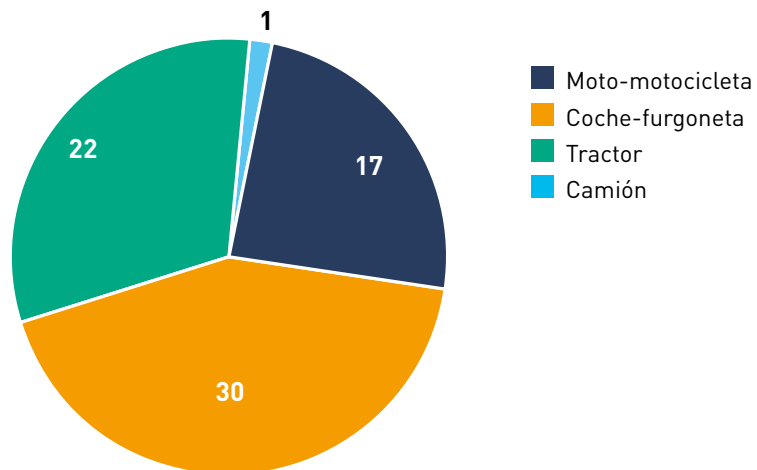


Figura 17. Vehículo en el que viajaba el fallecido en el momento de la colisión mortal (2010-2019).

Comentar a este respecto que no se ha podido contrastar esta información con los datos oficiales de la DGT. En el año 2014, la DGT modificó la reagrupación que se hace de los datos que proporciona y unificó en una sola categoría a las “máquinas de obras y agrícolas y tractores agrícolas”, con lo que ya

no es posible extraer información desagregada de los siniestros en los que interviene alguna máquina o tractor agrícola de dichos anuarios (Arnal, 2017).

Si se analiza la evolución de la tasa de siniestros de los últimos 10 años que ofrece datos la DGT, del 2004 al 2013, se observa que, mientras la tasa general desciende de un valor aproximado de 36 a 29, la tasa en los tractores agrícolas se mantiene o sube ligeramente. En el caso de la tasa de muertos el descenso que se produce en los tractores es mucho menos acusado que en la tasa general y, si al principio del decenio había una diferencia de 1.30 puntos entre ambas, al final del mismo esa diferencia se ha reducido a 0.36 puntos debido, sobre todo, al descenso de la tasa general.

Por todo ello, sería conveniente que la DGT reconsiderara esta agrupación y se pudiera visibilizar la problemática de las máquinas agrícolas y los tractores en las carreteras y así poder tomar las medidas oportunas para que la tasa de siniestros y la de mortalidad con este grupo de vehículos también se vaya reduciendo.

## 3. Riesgos de incendio en cosechadoras de cereal

### 3.1. METODOLOGÍA

#### 3.1.1. Fuente de datos

Las causas que originan los incendios son de distinta índole. De forma general, los incendios forestales se clasifican en cinco grandes grupos: negligencia y siniestro, intencionados, naturales (rayo), desconocidos y reproducción de incendio. Dentro del grupo de negligencia y siniestro, se engloban las quemas agrícolas, motores y máquinas, líneas eléctricas, hogueras, etc. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) publica boletines informativos mensuales, exceptuando en la época de verano (1 de junio - 15 de octubre) en la que tienen periodicidad semanal, en los que se incluye información sobre el número de incendios, superficies afectadas (arbolada/no arbolada) y la causalidad del incendio.

El Laboratorio de Maquinaria Agrícola de la Escuela Politécnica Superior de Huesca – Universidad de Zaragoza ha colaborado desde el año 2017 en el “Grupo de Cooperación para Análisis de Riesgos de Incendios en Cosechadoras de Cereales (ICO)” aprobado dentro de las Acciones de Cooperación de Agentes del Sector Agrario del Programa de Desarrollo Rural para Aragón 2014-2020. Como resultado del trabajo realizado por el grupo de la UZ, y cuyos socios beneficiarios han sido ASAJA Huesca y AGPME, dentro del marco del citado proyecto, se ha elaborado un informe resumen del mismo, un trabajo fin de máster (Val-Aguasca, 2019) y una publicación científica indexada (Val-Aguasca et al., 2019).

Dichas fuentes, junto con otros datos obtenidos del Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA) así como de bibliografía científica, constituyen la base de la información detallada en este apartado del informe.

#### 3.1.2. Análisis de las características técnicas de las máquinas

A partir de la base de datos de cosechadoras de cereales procedente del Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA) se han analizado las características del parque de cosechadoras de España hasta el año 2017. Dicha base de datos contiene información de cosechadoras desde el año 1952 hasta la actualidad. Ofrece información sobre la marca y modelo de la máquina, potencia, fecha de inscripción, motivo de alta, provincia, municipio, etc.

En España el censo real total de cosechadoras es de 28.816 máquinas, desglosadas en: compra de máquina nueva (7.510); compra máquina usada de importación (1.144); cambio de titularidad (18.659) y otros motivos (1.503). Siendo Castilla y León, Castilla La Mancha y Aragón con 7.129, 5.440 y 5.245 máquinas, respectivamente, las comunidades con mayor número de cosechadoras, representando el 62% de las máquinas de toda España.

En España las marcas con mayor cuota de mercado son John Deere (7.820), Claas (5.877) y New Holland (5.828), que suman el 68% del total.

Un 33% de las máquinas tiene una potencia de 100 a 130 CV, asociado a máquinas antiguas (principalmente de particulares). El 28% de las máquinas tienen una potencia comprendida entre 224 CVy 471 CV.

### **3.1.3. Determinación de puntos críticos de riesgo en cosechadoras**

Se ha realizado una encuesta entre 275 propietarios de cosechadoras en Aragón dirigida a la identificación de puntos críticos de la maquinaria y a la caracterización del perfil de las máquinas con mayor riesgo de incendios. Por otro lado se ha analizado en laboratorio la temperatura de ignición de residuos de cereal en función de su granulometría y, adicionalmente, se han monitorizado 9 máquinas en las campañas de recolección de 2018 y 2019 analizando la temperatura alcanzada en diferentes zonas (motor, salida de gases de combustión, etc.).

## **3.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.2.1. Características de las máquinas con mayor riesgo de incendio**

La antigüedad, la potencia y las hectáreas anuales cosechadas no muestran una relación estadísticamente significativa con los incendios. No obstante, la variable hectáreas totales acumuladas sí que muestra una clara relación. En la Figura 18 se observan porcentajes de incendio muy similares para las máquinas que han trabajado hasta 6.000 ha, pero, una vez superado este umbral, el porcentaje de incendio es más elevado (60%).

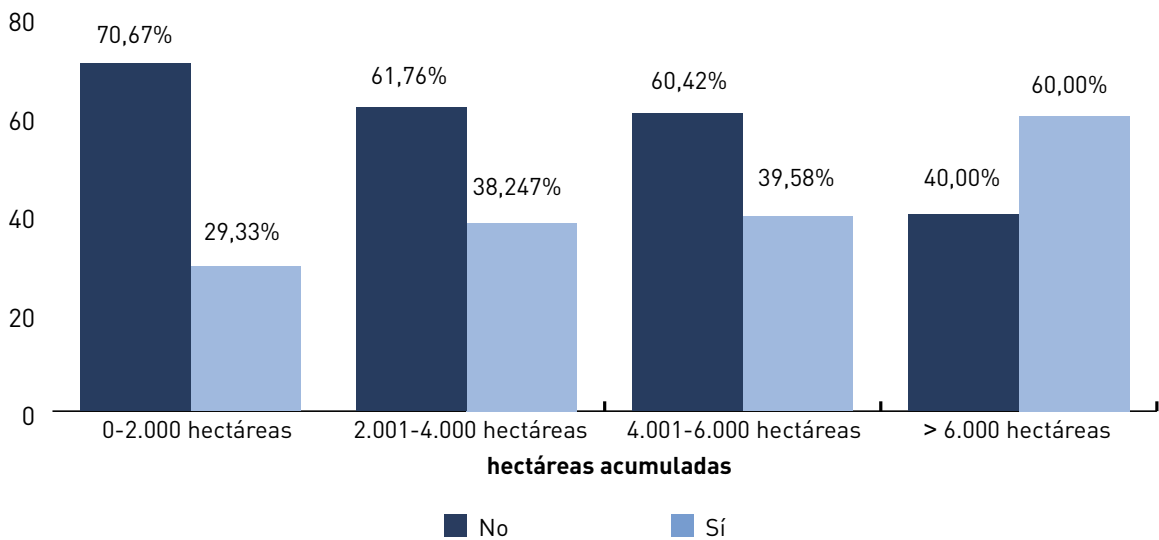


Figura18. Probabilidad de incendio en función de las hectáreas acumuladas.

El perfil de máquinas con más de 6.000 ha acumuladas y que presentan una mayor probabilidad de incendio correspondería a máquinas con una potencia media de 286 CV, una antigüedad media de 15 años y que trabajan una media de 548 ha/año. En España, este perfil de máquinas equivale al 11% del parque de cosechadoras estimadas en uso.

### 3.2.2. Zonas de origen de incendio

En la Figura 19 se muestran las zonas de origen de incendio según los datos de la encuesta realizada en el estudio llevado a cabo por el Laboratorio de Maquinaria Agrícola de la UZ. La zona donde más incendios se originan es el motor y la salida de gases (32%), seguido de la barra de corte (31%). Otras zonas destacables en el origen de incendios son los rodamientos y correas (18%) y causas eléctricas (9%). El 10% restante pertenecen a otras zonas de la máquina (alternador, frenos, picador, etc.).

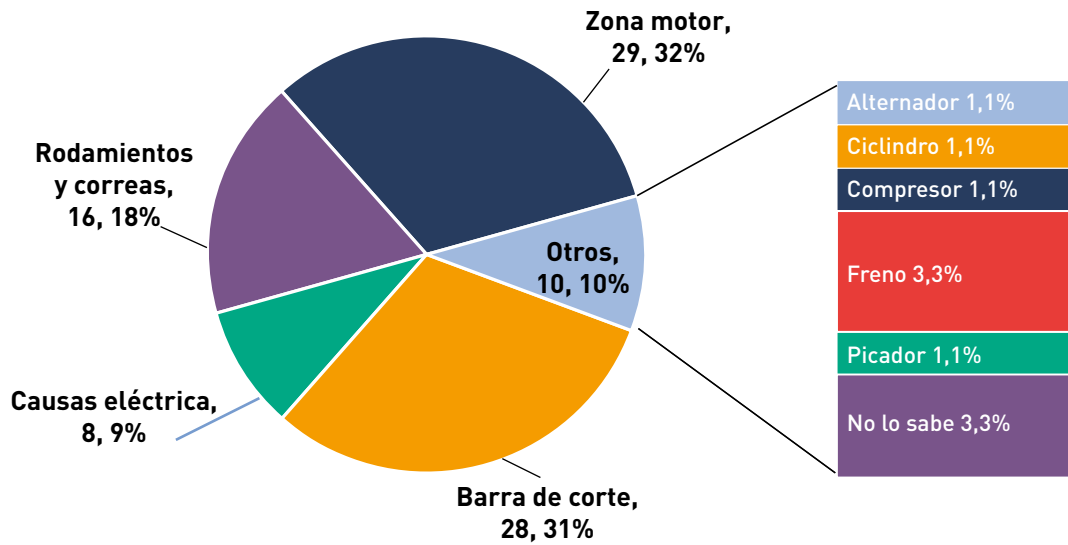


Figura 19. Zonas de origen de incendios a través de los datos obtenidos de la encuesta.

En la Tabla 3 se muestran los datos facilitados por la compañía aseguradora MAPFRE correspondientes a siniestros en cosechadoras a nivel nacional para la anualidad 2017, así como otros datos procedentes de diferentes referencias bibliográficas. En todos los casos, incluidos la encuesta UZ, se observa que la zona donde más incendios se originan es en la zona del motor, aunque las cifras difieren entre las distintas citas bibliográficas (~33% hasta ~45%). Las causas eléctricas representan la segunda causa más importante de incendio en dos fuentes bibliográficas, siendo en la restante los rodamientos y correas. Los rodamientos y correas (~22%) representan un porcentaje muy similar entre la encuesta y las fuentes bibliográficas. Con respecto a la barra de corte, según la bibliografía revisada, tiene poca importancia en el origen de incendio (~9%), difiriendo en el resultado de la encuesta realizada por la UZ, ya que es la segunda causa más importante con un 31%.

Tabla 3. Principales zonas de origen de incendios en cosechadoras.

Zona	Universidad Zaragoza	Compañía aseguradora	Quick, 2010	Shutske & Field, 1988	Shutske J. M. et al., 1990
Barra de corte	30,77%	11,11%	6,49%	-	3,00%
Causas eléctricas	8,79%	25,93%	12,99%	34,00%	14,00%
Zona del motor	31,87%	33,33%	45,45%	40,00%	33,00%
Otras zonas	10,99%	7,41%	12,97%	8,00%	28,00%
Rodamientos - correas	17,58%	22,22%	22,10%	18,00%	22,00%



### 3.2.3. Cuantificación del riesgo de incendio

#### 3.2.3.1. Temperatura alcanzada en la máquina

La temperatura mínima de ignición obtenida en el estudio llevado a cabo por la UZ fue de 250°C, asociada a residuo de tamaño 250 µm y un espesor de 15 mm, características muy habituales de los residuos acumulados en las zonas del motor de la máquina. Estos resultados son concordantes con los obtenidos por Fernández-Anez & García-Torrent (2019), que obtuvieron un valor de 250°C para un espesor de residuo de 50 mm.

En base a estos datos se han medido temperaturas en diferentes zonas de 9 máquinas con diferentes tecnologías durante las campañas de cosecha de 2018 y 2019 (Tabla 4).

Tabla 4. Características de las cosechadoras monitorizadas en la campaña 2018 y 2019.

Máquinas	Potencia (CV/KW)	Antigüedad (años)	Anchura de corte (m)	ha/año	Características técnicas
Máquina #1	435/320	0	7,7	>500	SCR + EGR sin filtro
Máquina #2	435/320	2	7,7	>500	EGR DPF
Máquina #3	160/119	16	5,1	200	Escape sin tratamiento
Máquina #4	250/184	8	6,1	>500	Escape sin tratamiento
Máquina #5	180/132	16	5,2	>500	Escape sin tratamiento
Máquina #6	275/202	3	6,7	>500	EGR + DPF
Máquina #7	220/164	10	6,0	350	EGR sin filtro
Máquina #8	400/294	0	7,0	>500	SCR + EGR + DPF
Máquina #9	420/309	13	7,0	>500	Escape sin tratamiento

\* SCR: sistema de reducción catalítica selectiva; EGR: recirculación de gases de escape; DPF: filtro de partículas diésel.

Los datos de temperatura recogidos en las nueve máquinas supervisadas en condiciones de campo se resumen en la Tabla 5. Las temperaturas más altas se registraron en el colector de escape para todas las máquinas, con temperaturas máximas superiores a 200°C en 5 de las máquinas y, en dos casos (máquinas #1 y #4), con temperaturas superiores a 250°C.

Tabla 5. Temperaturas registradas durante las campañas de 2018 y 2019 en las nueve cosechadoras monitorizadas en condiciones de campo. Las temperaturas ambientes máximas y la humedad relativa asociada (RH) también se muestran a efectos de comparación

Máquina	Localización de la sonda	N	Cosechadora		Condiciones ambientales	
			T <sub>op</sub> (°C)	T <sub>max</sub> (°C)	T <sub>max</sub> (°C)	HR (%)
Máquina #1	Colector de escape	2448	190,2±42,3	305,4	42,2	29,9
	SCR	2448	97,3±19,2	142,1		
	Caja de cambios	2448	52,2±11,3	105,7		
	Salida de transmisión del motor	2448	69,1±11,4	89,1		
Máquina #2	Filtro de partículas	1418	109,7±16,2	154,2	43,8	20,5
	Caja de cambios	1418	52,5±9,9	97,1		
	Bloque del motor	1418	56,2±5,2	69,2		
	Salida de transmisión del motor	1418	81,1±8,6	95,1		
Máquina #3	Colector de escape	608	118,2±27,3	159,9	42,6	22,6
	Bloque del motor	1121	77,6±9,7	87,9		
	Salida de transmisión del motor	1121	69,4±11,7	87,7		
Máquina #4	Colector de escape	968	216,7±42,5	289,9	44,8	15,8
	Bloque del motor	968	72,5±6,2	82,3		
	Salida de transmisión del motor	968	55,8±7,6	70,4		
	Salida del sistema hidrostático	968	54,9±7,4	69,5		
Máquina #5	Colector de escape	963	155,8±21,2	222,7	44,9	16,4
	Bloque del motor	963	78,3±8,5	93,1		
	Salida del sistema hidrostático	963	51,4±5,9	67,8		
	Culata del motor	963	70,2±4,5	78,8		
Máquina #6	Colector de escape	1665	82,5±13,1	105,8	47,9	11,2
	Bloque del motor	866	70,1±8,1	85,9		
	Salida de transmisión del motor	1665	60,3±8,7	80,4		
Máquina #7	Colector de escape	1036	110,6±21,8	156,4	-	-
	Bloque del motor	1036	71,4±7,7	87,7		
	Salida de transmisión del motor	1036	65,2±9,3	80,1		
Máquina #8	Colector de escape	773	163,3±35,0	230,3	-	-
	Bloque del motor	773	73,7±6,2	84,9		
	Salida de transmisión del motor	773	39,6±12,3	70,6		
Máquina #9	Colector de escape	574	132,8±46,9	243,2	42,8	21,2
	Bloque del motor	574	69,3±4,6	78,8		
	Salida de transmisión del motor	574	70,8±10,6	94,2		

T<sub>op</sub>: temperatura de funcionamiento (desviación media-estándar); T<sub>max</sub>: temperatura máxima registrada. SCR: reducción catalítica selectiva.

En 2 de las 9 máquinas analizadas en el estudio las temperaturas superaron de forma recurrente los 250°C en algunas de las zonas. La Figura 20 muestra el histograma de los períodos de tiempo en los que la temperatura excedió los 250°C en las máquinas #1 y #4. Aunque en la mayoría de los períodos la duración fue cercana a los 10 minutos, se registró un período de 100 minutos consecutivos con temperaturas superiores a 250°C en la máquina #4, y se registró un período de 70 minutos para la

máquina #1. Este hecho, refuerza la conclusión sobre el alto riesgo de incendio en el colector de escape de las máquinas #1 y #4.

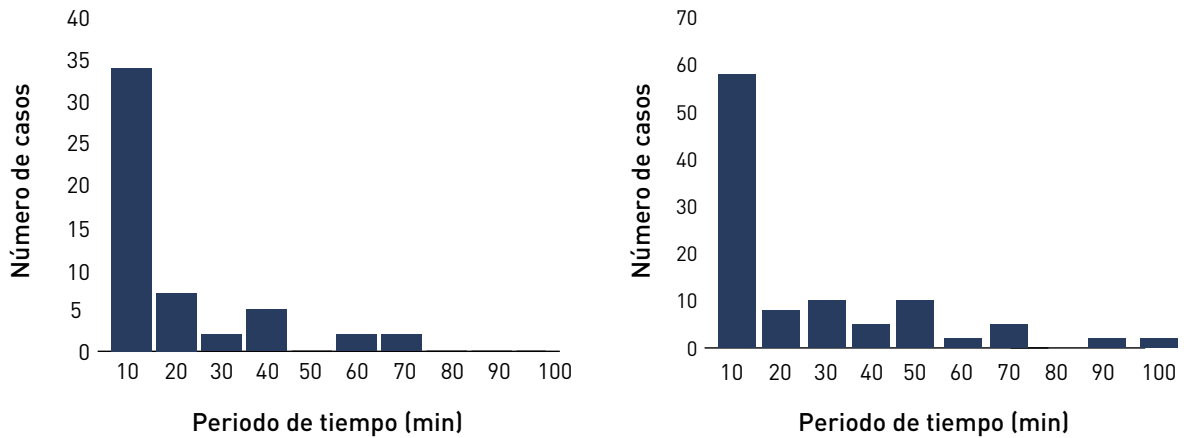


Figura 20. Histograma de periodos de tiempo en los que se alcanzaron temperaturas superiores a 250°C en el colector de escape. Izquierda: máquina #1; Derecha: máquina #4.

En relación con la barra de corte, analizando una barra con mal mantenimiento en la que se produce fricción entre cuchilla y contracuchilla, se observó que tras 10-15 minutos de trabajo la cuchilla friccionada había alcanzado 428°C (en comparación con una temperatura máxima de 52°C para una cuchilla que funcionaba en condiciones normales). La Figura 21 muestra la evidente diferencia de temperatura entre la zona de la barra sometida a fricción y las otras cuchillas que trabajan en condiciones normales.

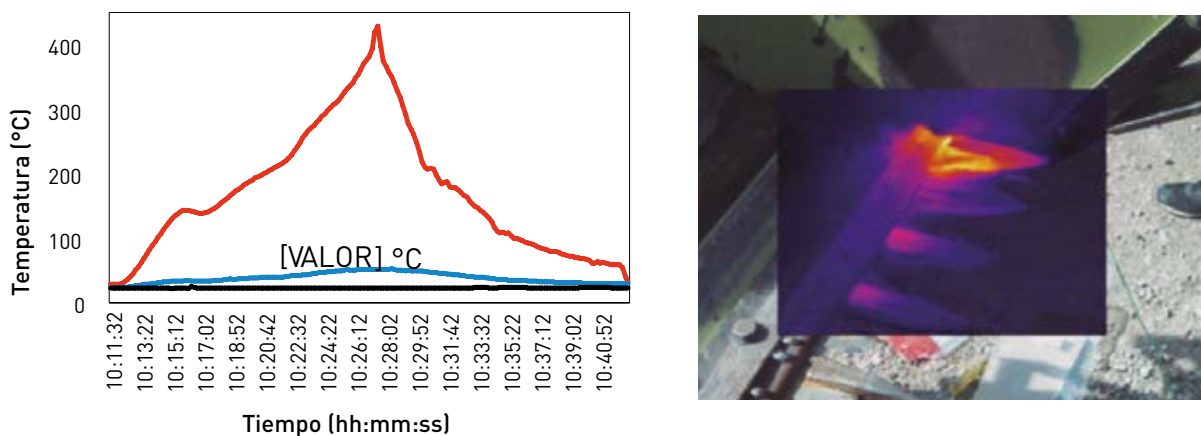


Figura 21. Izquierda: Evolución de la temperatura en la barra de corte para una cuchilla en buenas condiciones (azul) y para una cuchilla sometida a fricción (rojo). La temperatura ambiente se muestra en negro.

Derecha: Imagen térmica de la cuchilla sometida a fricción.

### 3.2.3.2. Factores ambientales

Es importante tener en cuenta que el riesgo de incendios originados en las cosechadoras aumenta cuando las condiciones climáticas son adversas (Shutske et al., 1990). Venem & Shutske, (2002) concluyeron que el 48,5% de los incendios coincidieron con las horas de temperaturas más altas (2:00-4:00 PM). En base a los datos ambientales recogidos durante el monitoreo de las máquinas, se pudo observar que las temperaturas ambientales alcanzaron valores extremos coincidiendo con temperaturas superiores a 250°C en el colector de escape de algunas máquinas, lo que constituye situaciones de alto riesgo de incendio. Dado que el número anual de días de alta temperatura (HTD, es decir, días con temperaturas medias superiores a 20.0, 22.5 y 25.0°C) está aumentando en el sur de Europa, como lo demuestran Cardil et al. (2014), para los datos de temperatura en el periodo de junio a septiembre de 1978 a 2012 en el sur de Francia, el interior de España y el noroeste de la Península Ibérica, se espera que la probabilidad de situaciones de alto riesgo de incendio continúe aumentando.

## 3.3. MEDIDAS CORRECTORA

Los fabricantes de cosechadoras deben cumplir diferentes normativas relacionadas con la seguridad de la máquina. Concretamente, las siguientes:

- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE. También denominada "Directiva Máquinas".
- Norma UNE-EN ISO 4254-7:2017. Maquinaria agrícola. Seguridad. Parte 7: Cosechadoras de cereales, de forraje, de algodón y de caña de azúcar. (ISO 4254-7:2017).

La Directiva 2006/42/CE tiene el doble objetivo de armonizar los requisitos de salud y seguridad que se aplican a las máquinas sobre la base de un nivel elevado de protección de la salud y de la seguridad y, al mismo tiempo, garantizar la libre circulación de las máquinas en el mercado de la UE.

La Norma UNE-EN ISO 4254-7 debe aplicarse junto a la Norma ISO 4254-1, y especifica los requisitos de seguridad y su verificación para el diseño y fabricación de cosechadoras de cereales, picadoras de forraje, cosechadoras de algodón y cosechadoras de caña de azúcar. Describe los métodos para la eliminación o reducción de riesgos derivados del uso previsto y del mal uso razonablemente previsto de estas máquinas por una persona en el curso de las labores normales de trabajo y reparación. Adicionalmente, especifica el tipo de información relativa a las prácticas de trabajo seguras que debe suministrar el fabricante.

El apartado 4.10 titulado "peligro de incendio" de la norma refleja lo siguiente:

- Se debe de prever la colocación de extintores de incendios en la proximidad del puesto de trabajo del operador.
- El fabricante debe de incluir en el manual del operador recomendaciones acerca del número, tipo y localización de los extintores de incendios.

Podemos observar que la legislación, en referencia a los incendios en máquinas es muy simple, la única obligación es la colocación de extintores, sin ningún tipo de especificidad ni regulación al respecto.

Durante la fabricación de cosechadoras se llevan a cabo una serie de medidas por parte de los fabricantes con el objetivo de minimizar los riesgos de incendio. En las siguientes líneas se muestra la información al respecto facilitada por la Asociación Nacional de Maquinaria Agropecuaria, Forestal y de Espacios Verdes, ANSEMAT, (obtenida de los principales fabricantes de cosechadoras):

- Diseño de la máquina pensado en minimizar torsiones.
- Materiales especiales en las partes de la máquina sometidas a fricción, especialmente en el corte, en las partes en contacto directo con el suelo.
- Aislamiento con material vegetal de elementos sometidos a altas temperaturas. El tubo de escape está aislado térmicamente.
- Diseño de deflectores, cajones y chapas laterales inclinados para reducir la acumulación de residuo. Además, se diseñan las esquinas del compartimento del motor en ángulo para reducir la acumulación de residuo.
- Pantallas que garantizan la entrada de aire totalmente limpio al radiador y al motor. Superficies de protección del motor completamente lisas.
- Filtros de aire adicionales para optimizar la refrigeración y evitar sobrecalentamiento del motor.
- Separación de componentes del motor para minimizar el riesgo de acumulación de residuos.
- Sistema de engrasado automático de las partes sometidas a rozamiento continuo.

- Diseño de las cribas de aluminio para reducir el peso y esfuerzo en los rodamientos.

Las medidas técnicas que pueden llevarse a cabo para minimizar el riesgo de incendios originado por las cosechadoras son variadas y pueden agruparse en cuatro niveles.

Nivel 1. Corresponde al fabricante y está ligado al diseño adecuado de la cosechadora para reducir el riesgo de incendio. Actualmente, se basa en aspectos como: aislamiento térmico de los tubos de salida de gases de escape del motor; utilización de materiales especiales en zonas sometidas a fricción como la base de la barra de corte; diseño de deflectores inclinados para reducir la acumulación de residuo; instalación de sistemas de ventilación y filtrado de aire en la zona del motor para evitar la acumulación de residuos; carenado del motor para evitar la acumulación de residuos; diseño de cribas de aluminio para reducir el peso y esfuerzo en los rodamientos; etc.

Nivel 2. Corresponde principalmente al usuario de la máquina. Este nivel representa las medidas por todos conocidas, ligadas a un correcto mantenimiento y uso de la máquina: realizar revisiones periódicas de las máquinas en taller homologado; cambiar rodamientos y cadenas de transmisión cuando cumplan el número de horas estipulado; "soplar" el residuo presente en la máquina todas las mañanas antes del inicio de la jornada; revisar el correcto funcionamiento de la barra de corte y siempre parar y revisar la barra ante cualquier golpe con un obstáculo; no añadir a la base de la barra de corte aceros de alta dureza; utilizar como recambios piezas originales o avaladas por el fabricante; asegurarse de que los extintores manuales están en correcto estado; etc.

Nivel 3. Estaría constituido por la implementación de sistemas de monitorización que avisen del riesgo de incendio de manera objetiva mediante la medida en continuo de la temperatura de la superficie de las zonas de riesgo de la máquina, ligada a la medida en continuo de parámetros ambientales (temperatura, humedad relativa y viento). Este tipo de sensores representan un coste muy reducido respecto al precio de la cosechadora y permitirían, de una forma práctica, establecer avisos para la toma de decisiones del maquinista (reducción de las revoluciones de la máquina, incremento máximo de la vigilancia e incluso parada temporal de la cosechadora). En el futuro, también se podrían implementar otros tipos de sensores para la medida, por ejemplo, de vibraciones que indirectamente indiquen un incorrecto funcionamiento de transmisiones, rodamientos o partes de la máquina en movimiento.

Nivel 4. Como paso más avanzado las cosechadoras pueden ser equipadas con sistemas activos (hasta ahora hemos hablado de sistemas pasivos) de autoextinción cuyo uso no está extendido todavía en España, pero que ya se comercializan de forma habitual en América del Sur, Estados Unidos y Australia. Se trata de sistemas de extinción que aplican productos específicos para la extinción de

incendios a través de una instalación fija con boquillas colocadas en diferentes zonas de la máquina, que se alimentan mediante un sistema de tuberías desde botellas/depositos con producto antiincendios (polvo seco, líquido, duales). En base a información recopilada por sensores de temperatura u ópticos ubicados en las zonas clave de la máquina, capaces de detectar el origen del incendio, el sistema se activa automáticamente extinguiendo el mismo y evitando su propagación.

## 4. Conclusiones y recomendaciones

### 4.1. Siniestralidad en el sector agrario

- Los siniestros en el sector agrario son mucho más numerosos que lo reflejado en las estadísticas de siniestros laborales.
- Los siniestros mortales afectan en su gran mayoría a hombres con una edad bastante elevada, alcanzando casi los 60 años de media.
- Las épocas con mayor incidencia de siniestros son la primavera, el principio del verano y octubre.
- Los siniestros son tan variados como el número de tareas diferentes que se desempeñan, sin embargo, el tractor es el vehículo implicado en la gran mayoría de siniestros mortales.
- El vuelco de tractor resulta el siniestro mortal más repetido y la causa más frecuente del vuelco son los trabajos en parcela, seguido por las salidas de vía en carreteras y caminos.
- La casi totalidad de vuelcos mortales son con tractores sin ROPS o con el arco de protección abatido.
- Es necesario que los trabajadores del sector estén o no dados de alta como tales apliquen las medidas de prevención y protección adecuadas. Para ello deben tomar conciencia de los riesgos que corren en el desarrollo de su actividad, prestando especial atención en los desplazamientos con el tractor por caminos y carreteras, más aun si van con remolque.
- Dado que es imposible eliminar totalmente el riesgo de vuelco de tractor, se deben limitar sus consecuencias instalando una ROPS en los tractores que no llevan, y evidentemente si el tractor dispone de arco de protección éste debe ir siempre en posición elevada, y haciendo uso del cinturón de seguridad.
- La DGT debería facilitar la información desagregada de los siniestros de circulación en los que hay implicados tractores o máquinas agrícolas y tomar medidas específicas para reducir



las tasas de siniestros y de mortalidad con este grupo de vehículos.

- Se debe incrementar y facilitar la formación y la información sobre prevención de riesgos laborales en el sector agrario para revertir la alta siniestralidad del mismo.

#### **4.2. Riesgos de incendios en cosechadoras**

- El total de hectáreas cosechadas durante la vida útil de la máquina es el parámetro que mayor relación presenta con el riesgo de inicio de incendio, de tal manera que el riesgo de incendio aumentaría considerablemente en máquinas con más de 6000 ha acumuladas.
- Se ha obtenido el perfil de cosechadoras con mayor riesgo de incendio, correspondiendo éste a máquinas con 15 años de antigüedad, 286 CV de potencia y que trabajan unas 598 ha/año. El 1% de las máquinas en uso de España presentan este perfil.
- En relación con las zonas de mayor riesgo dentro de la cosechadora, el 32% de los incendios se originan en la zona del motor, el 31% en la barra de corte y el 18% en rodamientos y correas.
- Las temperaturas de ignición de los residuos acumulados en la máquina oscilan entre 250 y 340 °C, dependiendo del tamaño y grosor de los mismos.
- En la monitorización in situ de nueve cosechadoras, se detectaron temperaturas por encima de 250 °C en la zona del motor en tres de ellas.
- En la barra de corte, una cuchilla que trabaja en condiciones de fricción puede alcanzar temperaturas superiores a 400 °C en 10-15 minutos de funcionamiento.

## 5. Referencias bibliográficas

1. Arana, I., Mangado, J., Arnal, P., Arazuri, S., Alfaro, J.R., y Jarén, C. (2010). *Evaluation of risk factors in fatal accidents in agriculture*. Spanish Journal of Agricultural Research. 8(3): 592-598.
2. Arnal Atarés, Pedro. (2017). *Análisis de la información sobre accidentes en el sector agrario recogida en los medios de comunicación en el decenio 2004 a 2013*. Tesis doctoral. Universidad Pública de Navarra. Pamplona. España.
3. Arnal, P., Jarén, C., López-Maestresalas, A., Arazuri S. (2017). *Los tractores agrícolas y los accidentes de tráfico (2004-2013)*. Agrotécnica. Año XX, nº 4, p. 71-76.
4. BOE nº 269 (1995). Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
5. Cardil, A., Salis, M., Spano, D., Delogu, G., Molina Terrén, D. (2014). *Large wildland fires and extreme temperatures in Sardinia (Italy)*. iForest - Biogeosciences and Forestry , 162-169.
6. Fernández-Anez, N.,García-Torrent, J. (2019). *Influence of Particle Size and Density on the Hot Surface Ignition of Solid Fuel Layers*. Fire Technology, 55, 175-191.
7. Jarén, C., Arazuri, S., Arnal, P., López Maestresalas, A., Mangado Ederra, J.M. (2018). *Siniestralidad agraria en España (2004 a 2013)*. Tierras de Castilla y León, núm. 260, pp. 36 – 41.
8. Lecca, E. R., Guevara, L. R., & Boza, O. C. (2013). *Riesgos psicosociales*. Industrial Data, 16(1), 070-079.
9. López Gallego, X.M. (2017). *Condiciones de trabajo, riesgos y siniestralidad en las explotaciones agropecuarias de Galicia. Análisis de situación y propuestas de mejora*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. España.
10. Mangado, J. (2006). *Diseño, cálculo, construcción y ensayos de estructuras de protección al vuelco para tractores de ruedas*. Tesis Doctoral. Universidad Pública de Navarra. Pamplona. España.
11. Mangado, J.M., Arnal,P., López-Maestresalas, A., Arazuri, Jarén, C. (2019). *Accidentes mortales en*

*el sector agrario en los últimos 15 años. X Congreso Ibérico de Agroingeniería. Huesca, España*

12. Mayrhofer et al., (2013). *Occupational incidents with self-propelled machinery in Austrian agriculture*. Journal of Agromedicine. 18(4): 359-367.
13. MITRAMISS (2020). Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. Estadísticas de siniestros de trabajo. Subdirección General de Estadística y ASL. <http://www.mitramiss.gob.es/estadisticas/eat/welcome.htm>.
14. Quick, G. R. (2010). *An investigation into combine harvester fires*. Grains Research and Development Corporation: Australia, 20.
15. Shutske, J.; Field, W.E. (1998). *An Integrated Loss Control Strategy for Grain Combine Fires*. In 1988 International. Winter Meeting of the American Society of Agricultural Engineers; American Society of Agricultural Engineers: Chicago, IL, US.
16. Shutske, J. M., Field, W. E., Gaultney, L. D., Parsons, S. D. (1990). *Agricultural Machinery Fire Losses: A Preventative Approach*. Applied Engineering in Agriculture 6, 575-581.
17. Val-Aguasca J. (2019). *Análisis de riesgos de incendios en cosechadoras de cereales en Aragón*. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Zaragoza.
18. Val-Aguasca J., Videgain M., Martín-Ramos P., Vidal M., Boné A., García-Ramos F.J. (2019). *Fire Risks Associated with Combine Harvesters: Analysis of Machinery Critical Points*. Agronomy 2019, 9, 877; doi:10.3390/agronomy9120877.
19. Venem, M., Shutske, J. (2002). *Combine fire prevention and control summit*. CIGR XVth World Congress; American Society of Agricultural and Biological Engineers, (pág. 028017). Chicago, IL, USA.

# Fundación **MAPFRE**

[www.fundacionmapfre.org](http://www.fundacionmapfre.org)  
Pº Recoletos, 23  
28004 Madrid