

RIESGOS PARA LA SALUD EN PLANTAS DE FORMULACIÓN DE PLAGUICIDAS (II)

Pedro Delgado Cobos/Carlos Ruiz Frutos/Manuel Galán Cuesta/María Jesús Ledesma Díaz
Centro Nacional de Medios de Protección-Sevilla I.N.S.H.T.

Cristina Cuenca Sánchez de Castro
Subdirección Técnica I.N.S.H.T.

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos del Proyecto Nacional sobre "Riesgos para la salud en plantas de formulación de plaguicidas" ha consistido en la obtención de datos útiles, desde el punto de vista preventivo, sobre los productos acabados (formulaciones o preparados) de las empresas objeto de estudio. Los datos, por tanto, no se refieren a la totalidad de productos formulados en nuestro país, aunque pueden ser considerados como indicativos de la situación global.

En el presente artículo se presentan los resultados referentes a los ingredientes activos y formulaciones encontrados.

RESULTADOS

No se han incluido las formulaciones en las que se hizo constar que sólo eran distribuidas por la empresa y, por tanto, no estaban sometidas a ningún proceso. Tampoco se incluyen los productos destinados a la nutrición de los vegetales ni aquellos otros en cuya composición no figura, al menos, un ingrediente con actividad plaguicida.

Ingredientes activos

Los ingredientes activos son los principales componentes de las formulaciones al ser responsables directos de su actividad plaguicida. La identidad de las sustancias activas, su concentración y la forma de presentación definen las formulaciones y determinan su categoría toxicológica.

En las 708 formulaciones, producidas en las empresas objeto de estudio, se han apreciado 892 ingredientes activos. Un 21,5% de las formulaciones contienen dos ingredientes activos, y sólo el 2,2% contienen tres o más ingre-

dientes activos diferentes en su composición, tal como se refleja en la Figura 1.

Un determinado ingrediente activo se formula frecuentemente de diversas formas las cuales difieren entre sí en los otros componentes de la formulación, su concentración o la forma de presentación. Por otra parte, formula-

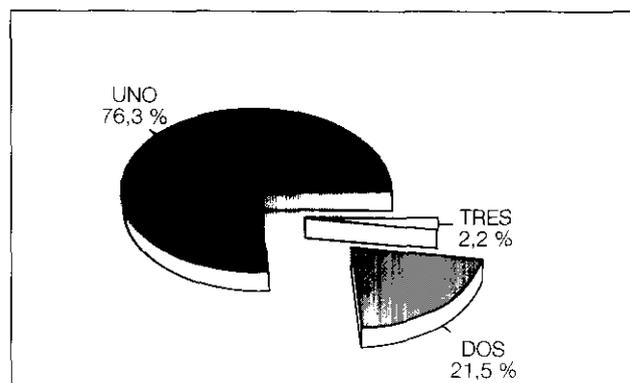


Figura 1. Número de formulaciones por ingredientes activos.

CONDICIONES DE TRABAJO Y SALUD

ciones similares se presentan en el mercado bajo nombres comerciales muy diversos, según el fabricante de que se trate.

Se han encontrado 199 materias activas diferentes, en los 708 formulados, las cuales aparecen listadas en la *Tabla 1*. Dichos ingredientes activos aparecen clasificados según su estructura química, ya que los aspectos relacionados con la toxicología e higiene laboral suelen ser similares para los pertenecientes al mismo grupo químico. Para ello se ha elegido la clasificación química utilizada por la O.M.S. en sus publicaciones.

El trabajo ha resultado laborioso debido a la gran diversidad de nombres utilizados para un mismo ingrediente activo y al hecho de que algunos ingredientes pueden clasificarse en más de una familia química, en cuyo caso se ha optado por la más significativa desde el punto de vista toxicológico.

En la *Tabla 1* se indica, igualmente, la frecuencia de aparición de cada uno de los ingredientes activos y su proporción respecto al número total de ellos presentes en los formulados a que hace referencia este estudio.

La materia activa encontrada con más frecuencia es el cobre (6,4%). Con porcentajes superiores al 2% aparecen organoclorados (lindano), organofosforados (dimetoato, malatión, metil azinfos y metil paratión), tiocarbamatos (zinéb), triazinas (atrazina) y otros (azufre, captán, imazalil y tetradifón).

TABLA 1
LISTADO DE INGREDIENTES ACTIVOS
CLASIFICADOS POR GRUPOS QUÍMICOS Y SU
FRECUENCIA DE APARICIÓN EN LAS
FORMULACIONES

INGREDIENTE ACTIVO	Nº	%
ORGANOCORADOS		
DICOFOL	17	1,910
DIÉDRÍN	5	0,561
ENDOSULFÁN	8	0,898
LINDANO	18	2,022
ORGANOFOSFORADOS		
ACEFATO	2	0,224
CARBOFENOTION	2	0,224
CLORMEFOS	1	0,112
CLORPIRIFOS	5	0,561
DIAZINÓN	2	0,224
DICLORVOS	9	1,011
DIMETOATO	20	2,247
DISULFOTÓN	1	0,112
ETIL AZINFOS	3	0,337
ETIÓN	7	0,786
ETOPROFOS	2	0,224
FENAMIFOS	3	0,337
FENITROTION	11	1,235
FENTION	3	0,337
FENTOATO	1	0,112
FONOFOS	1	0,112
FOSALONE	1	0,112
FOSÉTIL-AL	1	0,112
FOSMET	5	0,561
FOXIM	6	0,674

TABLA 1 (Continuación)

INGREDIENTE ACTIVO	Nº	%
HEPTENOFOS	1	0,112
ISOENFOS	2	0,224
MALATION	20	2,247
MECARBAM	3	0,224
MERFOS	1	0,112
METAMIDOFOS	1	0,112
METIDATION	1	0,112
METIL AZINFOS	10	2,247
METIL CLORPIRIFOS	1	0,112
METIL DEMETONSULFONA	1	0,112
METIL OXIDEMETON	1	0,112
METIL PARATION	20	2,247
METIL PIRIMIFOS	1	0,112
MONOCROTOFOS	3	0,337
NALED	1	0,112
OMETOATO	2	0,224
PARATION	5	0,561
PIRAZOFOS	2	0,224
PIRIDAFENTION	1	0,112
TRIAZOFOS	1	0,112
TRICLORFON	11	1,235
VAMIDOTION	1	0,112
CARBAMATOS		
ASULAM	1	0,112
BENFURACARB	1	0,112
BENOMILO	4	0,449
BUTOCARBOXIM	3	0,337
CARBARIL	7	0,786
CARBENDAZIMA	8	0,898
CARBOFURANO	2	0,224
CARBOSULFAN	1	0,112
CLORPROFAM	1	0,112
ETIOFENCARB	2	0,224
FENMEDIFAN	1	0,112
ISOPROCARB	1	0,112
METIOCARB	3	0,337
METOMILO	1	0,112
PROFAM	1	0,112
PROPOXUR	1	0,112
TIOBENCARB	2	0,224
PIRETROIDES		
ALETRIN	1	0,112
CIFLUTRIN	1	0,112
CIPERMETRIN	3	0,337
FENOTRIN	6	0,674
FLUVALINATO	1	0,112
PELITRE	2	0,224
PERMETRIN	4	0,449
TEFLUTRIN	1	0,112
TETRAMETRIN	11	1,235
BIPIRIDIOS		
PARACUAT	2	0,244
CLOROFENOXIACIDOS		
2,4-D	2	0,224
2,4-D ESTER	5	0,561
2,4-D SAL	2	0,224
FENOTIOL	1	0,112
MCPA	6	0,674
MCPA ESTER	1	0,112
MCPA SAL	7	0,764
MECOPROP	1	0,112
METIL DICLOFOP	1	0,112

TABLA 1 (Continuación)

INGREDIENTE ACTIVO	N°	%
COLORO / NITROFENOLES		
DINOBTION	5	0,561
DINOCAP	2	0,224
DNOC	6	0,674
PENTACLOROFENOL	4	0,449
TIOCARBAMATOS		
BUTILATO	2	0,224
CICLOATO	1	0,112
EPTC	4	0,449
FENOTIOCARB	1	0,112
MANCOZEB	14	1,573
MANEB	13	1,460
METAM-SODIO	5	0,561
MOLINATO	5	0,561
PEBULATO	1	0,112
PROPINEB	8	0,898
TIRAM	5	0,561
ZINEB	22	2,471
ZIRAM	3	0,337
TRIAZINAS		
ATRAZINA	18	2,022
CIANAZINA	1	0,112
METRIBUZINA	1	0,112
SIMAZINA	15	1,685
TERBUTRINA	3	0,337
ORGANOESTANNICOS		
AZOCICLOESTAN	1	0,112
OTROS		
ACEITE DE INVIERNO	7	0,786
ACEITE DE VERANO	11	1,235
ACEITE MINERAL	16	1,797
ACIDO GIBERELICO	8	0,898
ALACLORO	11	1,235
ALQUITRAN	1	0,112
AMINOBTANO	1	0,112
AMINOTRIAZOL	13	1,460
ANA	1	0,112
ANTRAQUINONA	2	0,224
ARSENITO SODICO	1	0,112
AZUFRE	22	2,471
AZUFRE MICRONIZADO	3	0,337
BENFLURALINA	1	0,112
BITERTANOL	3	0,337
BREA DE HULLA	1	0,112
BROMACILO	1	0,112
BROMADIOLONA	2	0,224
BROMOXINIL	1	0,112
BUTOXIDO DE PIPERONILO	1	0,112
CAPTAN	18	2,022
CIMOXANILO	2	0,224
CLORATO MAGNESICO	1	0,112
CLORFENSON	1	0,112
CLORMECUAT	2	0,224
CLOROFACINONA	3	0,337
CLORTAL	1	0,112
CLORTALONIL	2	0,224
CLORTOLURON	4	0,449
COBRE	57	6,404
CREOSOTA	1	0,112
CUBIET	2	0,224
DALAPON	3	0,337
DAMINOZIDA	1	0,112

TABLA 1 (Continuación)

INGREDIENTE ACTIVO	N°	%
DIALAMIDA	3	0,337
DICLOFLUANIDA	2	0,224
DICLORAN	3	0,337
DICLOROPROPENO	2	0,224
DICLOROPROP	1	0,112
DIFENACOLUM	3	0,337
DIFENAMIDA	1	0,112
DIFLUBENZURON	3	0,337
DINITRAMINA	1	0,112
DIURON	15	1,685
ETALFLURALINA	1	0,112
ETRIDIAZOL	3	0,337
FENAMINOSULF	1	0,112
FENARIMOL	1	0,112
FLUOMETURON	1	0,112
FOLPET	12	1,348
GLIFOSATO	3	0,337
GLUFOSINATO	1	0,112
IMAZALIL	18	2,022
IMAZAPIR	1	0,112
IOXINIL	2	0,224
IPROKONA	3	0,337
ISOPROTURON	1	0,112
LENACILO	1	0,112
LINURON	5	0,561
METABENZOTIAZURON	2	0,224
METALDEHIDO	10	1,123
METIL TIOFANATO	2	0,224
MONOLINURON	1	0,112
NAPROPAMIDA	3	0,337
NAPTALAM	1	0,112
NUARIMOL	2	0,224
ORTOFENILFENOL	15	1,685
OXADIAZON	2	0,224
OXIFLUORFEN	1	0,112
OXINATO DE COBRE	1	0,112
PENCICURON	2	0,224
PENDIMETALINA	2	0,224
PERMANGANATO POTASICO	2	0,224
POLISULFURO DE BARIO	1	0,112
PROCIMIDONA	2	0,224
PROPANIL	1	0,112
PROPARGITA	3	0,337
PROPIZAMIDA	1	0,112
QUINOMETIONATO	2	0,224
QUINOSOL	3	0,337
QUINTOCENO	3	0,337
SULFAQUINOXALINA	6	0,674
SULFURO DE CARBONO	1	0,112
TCA SAL	1	0,112
TOMTE	1	0,112
TETRACLORURO DE CARBONO	1	0,112
TETRADIFON	19	2,134
TIABENDAZOL	14	1,573
TRIADIMEFON	3	0,337
TRIADIMENOL	2	0,224
TRIDEMORF	1	0,112
TRIFLUMURON	1	0,112
TRIFLURALINA	10	1,123
WARFARINA	6	0,674
TOTAL	892	100,0

Concentración de los ingredientes activos

Dado que la proporción de principio activo dentro de cada formulado es muy variable, se ha optado por valorar la frecuencia con que aparecen distribuidos los ingredientes activos en diversos rangos de concentración.

Así, puede apreciarse en la *Tabla 2* cómo un tercio de los mismos presentan unas concentraciones en el formulado inferiores al 10%, y que con una concentración superior al 50% del formulado tan sólo hubo un 28,1% de los principios activos.

TABLA 2
DISTRIBUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS
INGREDIENTES ACTIVOS EN LOS FORMULADOS

CONCENTRACIÓN DE LOS INGREDIENTES ACTIVOS EN EL FORMULADO %	FRECUENCIA PORCENTAJE
< 10	32,7
10-19	10,2
20-29	12,5
30-39	6,9
40-49	9,6
50-59	11,1
60-69	3,1
70-79	3,4
80-89	8,1
≥ 90	2,4

Categoría toxicológica

Aún cuando la modificación de la "Reglamentación Técnico-Sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas" realizada en 1991 establece sólo tres categorías toxicológicas para los preparados (muy tóxicos, tóxicos y nocivos), se ha incluido también la categoría de "baja peligrosidad", que engloba a todos los productos de toxicidad aguda inferior a los nocivos, por ser de uso muy común y estar vigente durante las fechas de recogida de los datos del presente estudio.

Es de destacar que, en el conjunto de empresas participantes en este estudio, no se ha apreciado la presencia de formulados clasificados como "muy tóxicos", tal como se refleja en la *Figura 2*. Se observa que, a medida que aumenta la toxicidad aguda de las formulaciones, disminuye el número de ellas encontrado, representando los preparados tóxicos sólo el 10,6% de las 708 formulaciones producidas.

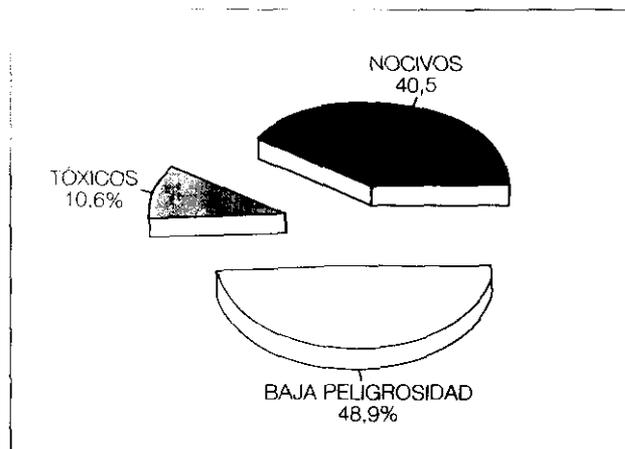


Figura 2. Categoría toxicológica de las formulaciones

Ingredientes activos por grupos químicos y toxicidad

Basándose en el interés que tiene conocer la distribución de los ingredientes activos de las formulaciones entre los diferentes grupos químicos a que pertenecen y, asimismo, según el grado toxicológico de los formulados en los que aparecen, se ha realizado la *Tabla 3* en la que puede apreciarse el número de veces que aparecen las diferentes familias de plaguicidas, tanto en el global de las formulaciones como en cada una de las categorías toxicológicas de las mismas.

Tras el apartado de "otros", que engloba a los ingredientes activos no pertenecientes a los grupos químicos citados anteriormente, los organofosforados suponen el número más importante de plaguicidas formulados por las empresas de este estudio y, además, son los que aparecen con más frecuencia en los formulados tóxicos. Los tiocarbamatos, que siguen a los anteriores en frecuencia de aparición, apenas forman parte de formulados tóxicos.

Por el contrario, los bipiridilos y organoestánicos se encontraron en las formulaciones producidas en las empresas estudiadas sólo en 2 y 1 ocasiones, respectivamente. Ningún organomercurial forma parte de formulado alguno en estas empresas.

Utilidad plaguicida

En la *Tabla 4* se aprecia la distribución de las formulaciones según su utilidad plaguicida más importante, tanto en conjunto como por categorías toxicológicas.

Los tipos de formulaciones encontradas con más frecuencia son insecticidas, fungicidas y herbicidas. El mayor número, con gran diferencia, de las formulaciones clasificadas como tóxicas tienen utilidad insecticida.

La mayoría de las formulaciones insecticidas producidas en las empresas estudiadas pertenecen a la categoría de nocivas, mientras que las fungicidas y herbicidas se engloban en su mayor parte en la de baja peligrosidad.

TABLA 3
DISTRIBUCIÓN DE LOS INGREDIENTES ACTIVOS (I.A.)
POR GRUPOS QUÍMICOS Y CATEGORÍAS TOXICOLÓGICAS

GRUPOS QUÍMICOS DE LOS INGREDIENTES ACTIVOS	TOTAL CATEGORÍAS Nº I. A. (%)	BAJA PELIGROSIDAD Nº I. A. (%)	NOCIVOS Nº I. A. Nº I. A. (%)	TÓXICOS Nº I. A. Nº I. A. (%)
BIPIRIDILOS	2 (0.2)	—	1 (0.3)	1 (1.1)
CARBAMATOS	40 (4.5)	14 (3.5)	23 (6.2)	2 (2.1)
COLORO / NITROFENOLES	17 (1.9)	2 (0.5)	10 (2.7)	5 (5.3)
CLOROFENOXIACIDOS	26 (2.9)	3 (0.7)	23 (6.2)	—
ORGANOCOLORADOS	48 (5.4)	4 (0.9)	36 (9.7)	8 (8.5)
ORGANOESTANNICOS	1 (0.1)	—	1 (0.3)	—
ORGANOFOSFORADOS	185 (20.7)	26 (6.1)	107 (28.8)	52 (55.3)
ORGANOMERCURIALES	—	—	—	—
PIRETROIDES	30 (3.4)	15 (3.5)	14 (3.7)	1 (1.1)
TIOCARBAMATOS	84 (9.4)	60 (14)	22 (5.9)	2 (2.1)
TRIAZINAS	38 (4.3)	27 (6.3)	11 (2.9)	—
OTROS	421 (47.2)	275 (64.4)	123 (33.1)	23 (24.5)
TOTAL	892	427	371	94

TABLA 4
DISTRIBUCIÓN DE LA UTILIDAD PLAGUICIDA
DE LAS FORMULACIONES EN FUNCIÓN DE SU CATEGORÍA TOXICOLÓGICA

UTILIDAD PLAGUICIDA	TOTAL CATEGORÍAS Nº (%)	BAJA PELIGROSIDAD Nº (%)	NOCIVOS Nº (%)	TÓXICOS Nº (%)
INSECTICIDA	273 (38.6)	65 (18.8)	150 (52.3)	58 (77.3)
FUNGICIDA	200 (28.2)	175 (50.6)	23 (8.0)	2 (2.7)
HERBICIDA	132 (18.6)	70 (20.2)	61 (21.3)	1 (1.3)
RODENTICIDA	14 (2.0)	—	6 (2.1)	8 (10.7)
DESINFECTANTE DE SUELOS	17 (2.4)	1 (0.3)	13 (4.5)	3 (4.0)
FITOHORMONAS Y FITORREGULADORES	15 (2.1)	12 (3.5)	3 (1.0)	—
OTROS	57 (8.1)	23 (6.6)	31 (10.8)	3 (4.0)
TOTAL	708	346	287	75

TABLA 5
DISTRIBUCIÓN DE LAS PRINCIPALES FORMAS DE PRESENTACIÓN DE LOS FORMULADOS EN FUNCIÓN DE SU CATEGORÍA TOXICOLÓGICA

FORMA DE PRESENTACIÓN	TOTAL CATEGORÍAS Nº (%)	BAJA PELIGROSIDAD Nº (%)	NOCIVOS Nº (%)	TÓXICOS Nº (%)
GRANULADO	39 (5.5)	12 (3.5)	26 (9.1)	1 (1.4)
LÍQUIDO EMULSIONABLE	193 (27.3)	56 (16.2)	91 (32.3)	43 (61.4)
LÍQUIDO SOLUBLE	53 (7.5)	24 (7.0)	24 (8.4)	5 (6.6)
POLVO PARA ESPOLVOREO	88 (12.4)	55 (16.1)	24 (11.1)	1 (1.4)
POLVO MOJABLE	171 (24.2)	108 (31.6)	58 (20.2)	5 (7.1)

Forma de presentación

La *Tabla 5*, que aparece a continuación, permite apreciar las principales formas de presentación respecto al total de formulados y desglosados por categorías toxicológicas.

De forma global, el líquido emulsionable (27,3 %), el polvo mojable (24,2%) y el polvo para espolvoreo (12,4%) suponen las formas de presentación que aparecen con más frecuencia. Entre las formulaciones clasificadas como tóxicas, la forma de presentación que hemos encontrado con más frecuencia es la de líquido emulsionable, con gran diferencia sobre el resto.

Etiquetado

Una de las primeras medidas de seguridad que todo producto de estas características debe poseer es una correcta y suficiente información al potencial usuario. Por ello, ha sido objeto de interés especial en este estudio, comprobar la adecuación del etiquetado al Real Decreto 3349/1983.

En la *Tabla 6* aparecen reflejados los resultados de la evaluación realizada sobre los formulados tanto de modo global como separados por categorías toxicológicas.

Producción anual proporcional de formulados sólidos y líquidos

Los procesos de formulación de plaguicidas en forma líquida y en forma sólida presentan características y exigencias preventivas diferentes que han de ser objeto de atención a la hora de evaluar los riesgos y medios de protección individual o colectiva a utilizar.

En la *Figura 3* se aprecia cómo la producción anual de formulados sólidos es superior, en todas las categorías toxi-

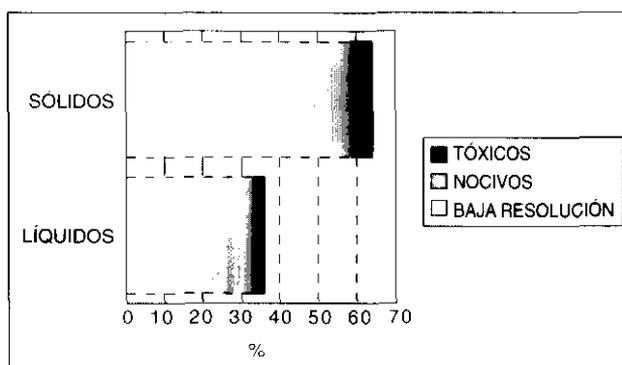


Figura 3. Producción anual proporcional.

TABLA 6
CORRECCIÓN DEL ETIQUETADO SEGÚN CATEGORÍA TOXICOLÓGICA DEL FORMULADO

ETIQUETADO	TOTAL CATEGORÍAS (%)	BAJA PELIGROSIDAD (%)	NOCIVOS (%)	TÓXICOS (%)
CORRECTO	83,5	83,7	84,8	77,3
INCORRECTO	16,5	16,3	15,2	22,7

cológicas, a la de líquidos. Igualmente la producción anual total de sólidos y líquidos presenta una relación inversa al grado de toxicidad de las formulaciones.

Ritmo de producción

Con el fin de evaluar la continuidad en la exposición de los trabajadores al proceso de formulación y/o envasado de productos plaguicidas, se ha realizado una clasificación de los ritmos de producción de los diferentes formulados, que se reflejan en la *Tabla 7*. La mayor parte de los formulados (87%) se producen de forma discontinua, siendo los periodos más frecuentes los inferiores a 7 días y los comprendidos entre 1 y 3 meses.

TABLA 7
RITMO DE PRODUCCIÓN DE LAS FORMULACIONES

RITMO DE PRODUCCIÓN DE FORMULACIONES	%
CONTINUA	13,0
DISCONTINUA	
< 7 DIAS	20,6
7-15 DIAS	10,9
15-30 DIAS	11,4
1-3 MESES	20,5
3-6 MESES	12,6
> 6 MESES	11,0
TOTAL DISCONTINUA	87,0

Proceso seguido para la obtención del producto acabado

De las 708 formulaciones halladas, el 79,05% fueron formuladas y envasadas en las propias empresas estudiadas, mientras que el 20,95% de los productos fueron sólo reenvasados.

Trabajadores implicados directamente en el proceso

El número de trabajadores que se encuentran implicados directamente en el proceso de formulación y/o envasado de cada preparado plaguicida se halla en torno a 4,1 trabajadores de media, con una desviación estándar de 3,4. Esta dispersión es explicable debido a la gran diversidad de procesos de formulación.

CONCLUSIONES

Se han contabilizado un total de 892 ingredientes activos, en los que aparecen 199 materias activas diferentes. El mayor porcentaje se engloba dentro de los organofosforados (20,7%) y a distancia quedan los tiocarbamatos (9,4%), organoclorados (5,4%) y carbamatos (4,5%). La mayor parte de los preparados (76,3%) contienen un solo ingrediente activo.

En el conjunto de empresas visitadas en el estudio no se ha apreciado la formulación de productos clasificados como muy tóxicos. A medida que aumenta la toxicidad aguda de las formulaciones disminuye el número de ellas encontrado, representando los preparados tóxicos sólo el 10,6% del total.

En las formulaciones tóxicas, son organofosforados el 55,3% de los ingredientes activos que forman parte de ellas; la principal acción específica es la de insecticida y la forma de presentación más frecuente es la de líquido emulsionable.

La producción de formulados sólidos es superior, en todas las categorías toxicológicas, a la de líquidos; el 87% de los formulados se producen de forma discontinua y el 20,95% de los productos fueron sólo reenvasados.

El número medio de trabajadores que se encuentran implicados directamente en el proceso de formulación y/o envasado de cada preparado se halla en torno a 4,1 trabajadores.

Agradecimiento

Los autores agradecen la colaboración prestada en la realización de este trabajo a D. José Manuel García Aguilar, D. Gabriel Pérez-Piñal Bidon, D. Francisco José Lissen Romero y Dña. Marina Gentil Govantes, del C.N.M.P. de Sevilla, así como a los técnicos de los diferentes Gabinetes que han participado en las visitas efectuadas a las empresas.