

## **Introducción**

---

La mayoría de las sustancias plaguicidas no pueden usarse tal como se obtienen del proceso industrial de extracción o síntesis. Estas deben ser preparadas en mezclas o formulaciones listas para la venta.

Formular un plaguicida (insecticida, herbicida, funguicida, etc.) consiste en preparar el/los componentes activos en la concentración adecuada con el agregado de sustancias auxiliares. El producto formulado finalmente es dispersado por pulverización, fumigación, espolvoreo o bien por distribución manual del mismo (cebos granulados) para poder cumplir eficazmente con su finalidad biológica (prevenir, destruir o controlar plagas). Asimismo este debe mantener dichas condiciones durante el almacenamiento y transporte.

Las formulaciones listas para usar, como los cebos granulados o polvos para espolvoreo, serán dispersadas sin vehículos de aplicación. En las formulaciones para diluir, el formulado se diluye en un vehículo de aplicación (agua o gas oíl) y posteriormente se aplica pulverizando.

## **Formulación**

---

Una **formulación** esta formada por un **ingrediente activo** más otros **ingredientes inertes** o **carriers**. Al principio activo también se lo denomina **droga técnica** y a los ingredientes inertes **sustancias auxiliares**. Algunas sustancias auxiliares pueden ser tierras inertes, tensioactivos, disolventes, estabilizantes, antiespumantes, colorantes, etc.

Las **formulaciones** pueden ser **líquidas** o **sólidas** teniendo en cuenta el estado físico en el que se comercializan.

## **Componentes de una formulación**

---

### **A.- Ingrediente o principio activo**

El **principio activo** es el producto químico que mata o controla la peste. Se lo conoce por el nombre químico, nombre común, nombres comerciales y el N° de registro en el CAS.

Ej: “ **trifluralina** ” (herbicida)

Nombre común: Trifluralina

Nombre químico: trifluoro-2,6-dinitro-N,N-dipropyl-p-toluidine

Nombre comercial de origen (referido a la formulación de este principio activo) “treflan”

## A.1.- Producto puro y grado técnico

**Producto puro** es el principio activo aislado, separado de las impurezas que lo acompañan. **Producto grado técnico** (calidad industrial) es el plaguicida original de fábrica tal como resulta del proceso de elaboración, es decir, acompañado de impurezas y compuestos afines.

En la preparación de las formulaciones comerciales se utilizan los productos grado técnico que son más económicos debido al menor procesamiento industrial. Éstos, una vez formulados, se destinan como plaguicidas de uso agrícola, veterinario, hogareño.

## B.- Ingredientes inertes o sustancias auxiliares (carriers)

Son sustancias que acompañan al ingrediente activo y que carecen de actividad plaguicida. Éstas mejoran la performance del producto, facilitan su aplicación, manipulación, ayudan a la disolución en agua, mejoran su penetración, su adherencia a las hojas y suelo, estabilizan al producto durante su almacenamiento y transporte.

Las sustancias auxiliares pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- ✓ **Diluyentes (tierras inertes y disolventes)**
- ✓ **Coadyuvantes**
- ✓ **Surfactantes o tensioactivos**

### B.1.- Diluyentes

Un **diluyente** es un ingrediente empleado para reducir la concentración del principio activo y obtener un efecto beneficioso.

#### B.1.1.- Tierras inertes

El objeto de las **tierras inertes** es **diluir (bajar la concentración) el principio activo en formulaciones sólidas**.

Son sustancias de naturaleza mineral u orgánica que se usan para absorber el activo (cuando éstos son líquidos o pastosos), para darles volumen y llevarlos a las concentraciones adecuadas para su aplicación directa (polvos y granulados) o para su suspensión en agua (polvos mojables y granulados dispersables en agua). Las tierras inertes *minerales* pueden ser azufre, diatomea (sílice), cal (óxido de calcio), magnesia (óxido de magnesio), calcita (carbonato de calcio), yeso (sulfato de calcio), apatita (fosfato de calcio), talco (metasilicato hidratado de magnesio), pirofilita (silicatos hidratados de aluminio), arcillas (silicatos hidratados de aluminio), pumicitas (materiales de origen volcánico). Las tierras orgánicas incluyen a la harina, el afrechillo y al aserrín.

Dado que las tierras inertes integran una parte importante de las formulaciones sólidas, sus propiedades influirán sobre las propiedades y características de dichas formulaciones. Entre ellas se pueden citar:

*Tamaño de las partículas*, característica que está relacionada con la calidad y actividad de los plaguicidas formulados en polvo.

*Densidad volumétrica* o peso de un volumen de vehículo o formulación medido en condiciones determinadas con las partículas que lo integran distribuidas al azar y con aire entre ellas debido a esa distribución. Se mide en g/1000 ml.

*Densidad volumétrica comprimida* similar a la anterior y se expresa de igual forma pero se refiere al vehículo o formulación luego de su compactación y, en

consecuencia, sus partículas se orientan conforme su mejor acomodamiento sin aire entre ellas. Este valor indica el máximo peso de una sustancia que pueda ser envasado en un envase de un volumen dado y es útil para predecir el comportamiento de las formulaciones sólidas durante el manipuleo, transporte y almacenamiento.

*Índice de absorción*, es la cantidad de aceite de lino crudo que absorben 100gr de vehículo. Resulta de interés al momento formular polvos o polvos mojables con principios activos pastosos o de bajo punto de fusión, o bien, en la formulación de algunos granulados. Se busca determinar la capacidad de absorción que poseen los vehículos de manera que el producto final no haya perdido la propiedad de ser un polvo suelto y seco luego de la absorción del líquido.

*Soltura*, es la capacidad de manar libremente que posee un vehículo o formulación al momento de su aplicación a campo con una espolvoreadora. Este carácter depende de la capacidad de acomodamiento de las partículas, de su tamaño, humedad, la condición física del principio activo y el método de elaboración de la formulación. A medida que aumenta la soltura es menor la fuerza que se necesita en el mezclado y durante los procesos de dispersión de la formulación en el campo. Esta propiedad incide sobre la uniformidad de la cobertura.

### **B.1.2.- Disolventes**

Un **disolvente** es una sustancia capaz de disolver a otra (soluble) para formar una mezcla uniformemente dispersa (solución) a nivel molecular o tamaño iónico.

El objeto de los **disolventes** es **diluir y disolver el principio activo en las formulaciones líquidas**.

El principio activo, por lo general liposoluble, se disuelve en un solvente orgánico no polar formando de esta manera una verdadera solución. Si se utiliza agua como solvente de activos liposolubles se obtiene una mezcla heterogénea de dos fases bien diferenciadas.

Los principios activos, en general, son insolubles en agua. Entre las características a tener en cuenta durante la elección de un disolvente es la solubilidad del principio activo en él. Ante la necesidad de obtener una elevada concentración de materia activa es preciso recurrir a disolventes capaces de mantener en solución la mayor cantidad de principio activo. Otra característica importante de los disolventes es la fitotoxicidad que éstos puedan generar en las plantas sobre las que se aplica el pesticida formulado.

Algunos de los disolventes mas empleados por ser inocuos a la vegetación, incluso a dosis relativamente altas, son:

#### **B.1.2.1.- Disolventes inorgánicos**

##### **Agua**

Si todos los principios activos fueran solubles en agua las únicas formulaciones líquidas serían los líquidos solubles. Las demás formulaciones líquidas se originan precisamente por la escasa solubilidad de los ingredientes activos en el agua lo cual obliga a pensar en otros disolventes e incluso en otros tipos de formulaciones, (suspensiones, emulsiones).

### **B.1.2.2.- Disolventes orgánicos**

Los **disolventes orgánicos polares** son los menos usados por su poca afinidad con el principio activo. A éstos se los clasifica como: *halogenados*: tetracloruro de carbono, tricloroetileno, *alquilados*: alquil-naftaleno, *oxigenados*: cetonas y alcoholes. Los **disolventes orgánicos no polares** son derivados del petróleo y pueden clasificarse como: *hidrocarburos parafínicos*, *alifáticos* y *aromáticos*.

#### **Parafínicos**

Son químicamente simples y no poseen más del 2% de aromáticos. Bajo poder de disolución, poco olor y color, ej.: hexano, heptano, etc.

#### **Aromáticos**

Poseen estructura más compleja. Son mezclas de isómeros con más del 80% de hidrocarburos aromáticos. Buen poder de disolución, olor y color. El poder de disolución disminuye con el aumento de los carbonos (C) que los constituyen. Son muy usados en la formulación de líquidos emulsionables, ej.: benceno, tolueno, xileno.

#### **Alifáticos**

Son mezclas de hidrocarburos parafínicos y aromáticos con menos del 40% de estos últimos. A mayor cantidad de aromáticos, mayor poder de disolución, ej.: kerosene, gas oil, diesel oil.

#### **Bases para plaguicidas**

Son fracciones de destilados de petróleo con más del 20% de hidrocarburos aromáticos. Si tienen entre 40% y 80% de aromáticos se los denomina, a nivel industrial, semiaromáticos.

Las propiedades de los disolventes a tener en cuenta son:

*Poder de disolución*, el cual se expresa en gramos de principio activo que disuelven 100ml de disolvente a una temperatura dada. Asimismo es importante conocer la solubilidad de los principios activos a distintas temperaturas de los disolventes. Esto último teniendo en cuenta que durante el almacenamiento pueden estar expuestos a temperaturas extremas que puedan variar la composición de la formulación.

*Punto de ebullición*, estrechamente relacionado con la volatilidad del disolvente, siendo ésta mayor a menor punto de ebullición. Es importante que la volatilidad no sea elevada teniendo en cuenta el almacenamiento y la aplicación. De acuerdo con esto se trata de trabajar con disolventes de punto de ebullición mayor a 100 °C.

*Densidad*, es importante al momento de formular líquidos emulsionables.

*Punto de inflamación*, indica la inflamabilidad del disolvente que influirá en la inflamabilidad de la formulación y en los cuidados a tener en cuenta durante el transporte, manipuleo, almacenamiento y aplicación. A mayor punto de inflamación, más seguros.

*Contenidos de aromático*, a mayor cantidad de compuestos aromáticos aumenta el poder de disolución.

*Miscibilidad con el agua*, es de interés para la formulación de líquidos emulsionables cuyos disolventes no deben ser miscibles en agua.

*Fitotoxicidad*, importante desde el punto de vista de la seguridad durante la aplicación de la formulación. Los disolventes aromáticos son más fitotóxicos que los cicloparafínicos y éstos que los parafínicos.

*Color y olor*, propiedades de poca importancia en las formulaciones de uso agrícola pero si en aquellas de uso doméstico.

## **B.2.- Coadyuvantes**

Los **coadyuvantes** son compuestos que se usan para mejorar la eficiencia de los productos fitosanitarios. Éstos exaltan la acción de un plaguicida facilitando o modificando las características del spray (niebla pulverizada). Se incluyen en el tanque o en la formulación.

**B.2.1.- Agentes de fluidez**, se emplean en las formulaciones sólidas para espolvoreo a fin de que el polvo fluya bien.

**B.2.2.- Adherentes**, aseguran la permanencia del pesticida una vez aplicado; evitan su arrastre por lluvia o rocío. Existen adherentes capaces de hincharse en agua y que no son arrastrados por ella como ser la gelatina, las colas animales y vegetales, las dextrinas, la albúmina, las gomas y resinas.

**B.2.3.- Agentes de suspensión**, se utilizan para favorecer la suspensibilidad de los polvos mojables, elevando ligeramente la viscosidad del agua (vehículo de aplicación) y retardando en consecuencia la caída de las partículas. Se incluyen en el tanque de aplicación.

**B.2.4.- Tamponadores de pH**, se usan en casos concretos para asegurar que el pH de la solución o del producto formulado se mantenga en los límites convenientes para evitar la descomposición del principio activo debido a un pH extremadamente alto o bajo.

**B.2.5.- Agentes de penetración y traslocación**, DMSO (Dimetil sulfoxido), disolvente utilizado para hacer formulaciones.

**B.2.6.- Agentes estabilizantes, quelantes, colorantes .. etc.**

## **B.3.- Surfactantes-Tensioactivos**

Los **agentes tensioactivos** o **surfactantes**, ocupan un lugar importante en la formulación de los pesticidas. Éstos reducen la tensión superficial cuando se disuelven en agua o bien reducen la tensión interfacial por adsorción preferencial de una interfase a otra.

La *tensión superficial* es un fenómeno de superficie que esta relacionado con fuerzas de atracción y repulsión intermolecular. Es la tendencia de un líquido a disminuir su superficie hasta alcanzar energía de superficie potencial mínima.

**Tensiones superficiales respecto al aire y agua expresadas en ergios/cm<sup>2</sup> y coeficientes de mojabilidad respecto al agua de distintos disolventes<sup>20</sup>**

	Tensiones superficiales		Coeficiente de mojabilidad resp. al agua
	Resp. aire	Resp. agua	
Agua	72,8	—	—
Benceno	28,8	35,0	8,94
Tolueno	28,5	36,1	8,20
Xileno <sup>21</sup>	28,3-30,1	36,0	6,8
Tetracloruro de carbono	26,95	45,0	1,14
Hexano normal	18,43	51,1	3,27
Heptano normal	20,10	51,0	1,70
Octano normal	21,8	50,8	0,22
Alcohol n-octílico	27,53	8,5	36,75
Ácido oleico	32,5	15,59	24,71
Ciclohexanol	34,3	9,3	34,8
Butanoles <sup>22</sup>	20,7-24,6	—	—
Metanol	22,61	—	—
Etanol	22,3	—	—
Licetohexano	25,3	—	—
Isopropanol	21,7	—	—
Fenamida	58,2	—	—

Los **tensioactivos** pueden clasificarse en tres categorías: los *detergentes* que bajan la tensión superficial del agua, los *humectantes* que tienen mayor afinidad por el agua y estabilizan y por último los *emulsionantes* que migran a la interfase aceite-agua y forman una película alrededor de gotas formadas. Los emulsionantes permiten la mezcla íntima de sustancias inmiscibles.

Los tensioactivos son sustancias que actúan en la superficie de partículas sólidas o líquidas. Éstos forman una barrera electrostática o estérica alrededor de las partículas por ser moléculas anfífilas (anfi: ambos, filo: afin), es decir, por presentar una parte polar (hidrofilica) y otra parte no polar (hidrofobica, lipofilica). La parte polar tendrá afinidad por el agua y la parte no polar tendrá afinidad por los aceites. Desde el punto de vista químico están formados por una cadena hidrofobica o alifática de C<sub>8</sub>-C<sub>18</sub>, unida a un grupo terminal hidrofílico con carga positiva o negativa, ambas partes bien separadas.

Algunas de las funciones de los tensioactivos son:

*Mojado*, bajan la tensión superficial e interfacial.

*Dispersión*, impiden la re-agregación por adsorción en partículas recién formadas.

*Emulsificación*, se absorben sobre gotas permitiendo dispersión y evitando re-agregación y floculación.

Los surfactantes al disminuir la tensión superficial de los líquidos contribuyen a la formación de emulsiones, concentrados suspendibles y polvos mojables ya que permiten el mojado y dispersión del principio activo de los pesticidas. En las formulaciones sólidas permiten la suspensibilidad y mojabilidad de las partículas sólidas en el agua (polvos mojables y granulados dispersables) favoreciendo su dispersión en el medio acuoso y también mejorando su mojabilidad, dispersión y adhesividad al aplicarlas sobre la superficie vegetal, reduciendo el ángulo de contacto de las gotas pulverizadas, al reducir la tensión entre la fase sólida (superficie vegetal) y el agua. Los más usados son los dispersantes y humectantes; incluyen además emulsificantes, ligantes y solubilizantes. Éstos no están declarados en el rotulo.

## Tipos de formulaciones

---

### A.- Formulaciones comunes

#### A.1.- Formulaciones líquidas

- ✓ Soluciones (SL) - Líquidos solubles
- ✓ Concentrados emulsionables (CE ó EC) - Líquidos emulsionables
- ✓ Concentrados suspendibles o floables (SC ó FL)
- ✓ Microemulsiones (ME)
- ✓ Emulsiones concentradas en agua (EW) - Líquidos emulsionados
- ✓ Suspoemulsiones (SE)
- ✓ Líquidos ultra bajo volumen (UBV)

#### A.2.- Formulaciones sólidas

- ✓ Polvos para espolvoreo
- ✓ Polvos solubles
- ✓ Polvos mojables (PM ó WP) 1950
- ✓ Gránulos secos (GR)
- ✓ Gránulos dispersables en agua (WDG) 1970

### B.- Formulaciones especiales

- ✓ Geles
- ✓ Fumigantes
- ✓ Fumígenos
- ✓ Aerosol líquido
- ✓ Tabletas (TB) o Donas
- ✓ Cebos (C)

### A.- Formulaciones comunes

---

#### A.1.- Formulaciones líquidas

En este tipo de formulaciones la concentración del principio activo se expresa como *peso en volumen*, es decir, *gramos de principio activo en 100 cm<sup>3</sup>* de formulación. La concentración del resto de los componentes se expresa de igual forma. Debido a que esta concentración se refiere a droga pura y dado que se trabaja con droga técnica, es necesario conocer el estándar (riqueza en droga pura) de la droga técnica.

##### A.1.1.- Soluciones (SL) - Líquidos solubles

**Componentes: principio activo (hidrosoluble) + sustancias auxiliares: tensioactivos, adherentes y disolvente (generalmente agua)**

Estas incluyen a los principios activos miscibles en agua o bien en gasoil. Las más comunes son las primeras. Se aplican con equipos pulverizadores comunes y forman verdaderas soluciones. La concentración del principio activo en estas

formulaciones varía en función de su solubilidad en el disolvente empleado, (oscilan entre un 20% y 80%).

### **A.1.2.- Concentrados emulsionables (CE ó EC) - Líquidos emulsionables**

**Componentes: principio activo (liposoluble) + sustancias auxiliares: tensioactivos (emulsionantes) y disolvente (solvente orgánico no polar)**

En éstas el principio activo es solubilizado en disolventes no polares (no miscibles con el agua) formando una solución verdadera traslúcida junto con las sustancias auxiliares en el disolvente elegido. La presencia del emulsionante facilita que los ingredientes activos insolubles en agua o en disolventes miscibles en ella puedan aplicarse usando agua como dispersante (vehículo de aplicación) con los equipos pulverizadores comunes. **Al agregar la formulación al agua del equipo de aplicación se forma una emulsión lechosa estable.**

Una **emulsión** es una suspensión cuasi estable de finas gotas de un líquido disperso en otro líquido (Ej: aceite en agua). Los requisitos para que se generen las mismas son: presencia de dos líquidos inmiscibles, agitación intensa para dispersar un líquido en otro y por ultimo un emulsionante (surfactante) para estabilizar las gotas dispersas.

El comportamiento de los emulsionantes para conseguir la división (atomización) del producto concentrado (formulado) en finas gotitas es la de realizar un efecto de "anclaje" como si la molécula surfactante estuviese fijada por un lado en la gotita del pesticida solubilizado en solvente no polar (liposoluble) y del opuesto en el vehículo de aplicación por excelencia (el agua).

**Procesos involucrados en la ruptura de la emulsión.** Los principales procesos relacionados con la pérdida de la emulsión son: caída de las gotas (sedimentación), agrupamiento de 2 o más gotas (agregación) y la formación de grandes gotas que contribuyen a la disminución de la superficie interfacial total (coalescencia), (Figura 2). En los CE la concentración del ingrediente activo es muy variable (1,8% a 100%). Las **ventajas** de los CE están en la aplicación homogénea, fabricación simple, fácil medición y aplicación; son baratos, buena relación costo-beneficio. Las **desventajas**: presencia de solventes orgánicos, inflamables, fácil absorción por piel, corrosión de equipos, fitotoxicidad.



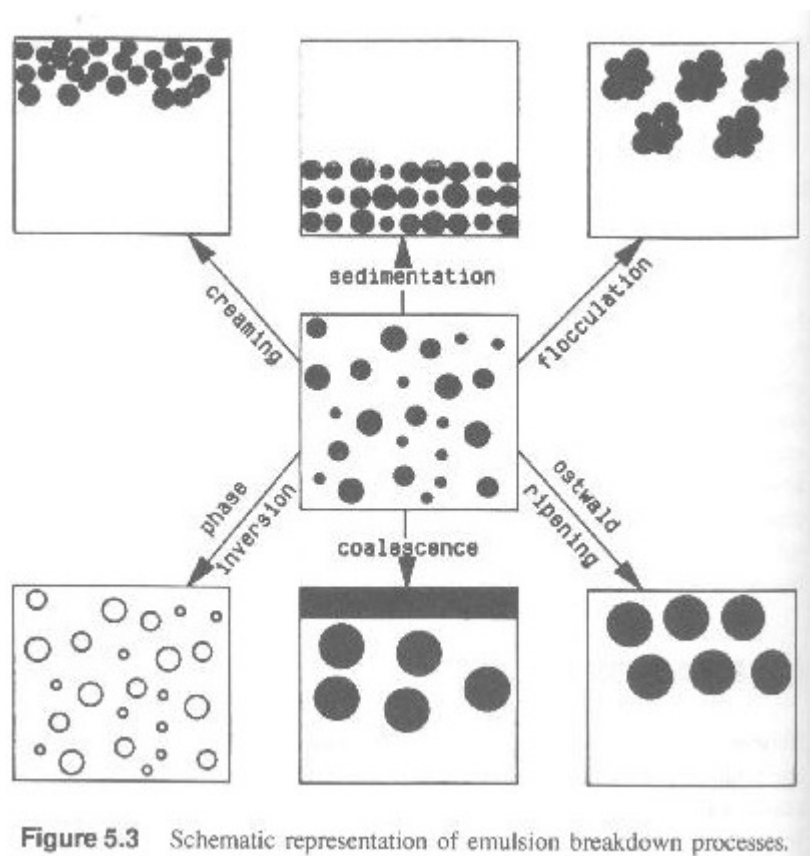


Figure 5.3 Schematic representation of emulsion breakdown processes.

### A.1.3.- Concentrados suspendibles o floables (SC ó FL)

**Componentes: principio activo (sólido) + sustancias auxiliares: disolvente (agua), tensioactivos (humectantes, dispersantes) y componentes especiales (espesantes, anticongelantes)**

Las **suspensiones floables** son dispersiones de un sólido finamente dividido (principio activo insoluble en agua) en un medio líquido. En general el medio líquido es el agua, pero puede ser aceite. Inicialmente estas se usaron como una forma de formular en estado líquido principios activos con dificultades de disolución en solventes comunes y que se formulaban como polvos mojables. Con el tiempo se desarrollaron suspensiones de partículas muy finas (1-5  $\mu$ ) logrados por molienda húmeda. Dado que la mayoría se dispersan disueltas en agua el ingrediente activo deberá ser insoluble en ella para no descomponerse durante el almacenamiento. La presencia del *dispersante* permite la dispersión y suspensión homogénea de las partículas en el medio acuoso manteniendo la estabilidad coloidal. Esto es debido a que la parte polar hidrofílica del surfactante se direcciona hacia el agua y la parte hidrofóbica hacia el interior de la partícula.

**Al agregar la formulación al agua del equipo de aplicación se forma un coloide.**

Un **coloide** es una dispersión de partículas en un medio dispersante; es una suspensión en la cual las partículas no precipitan ni se disuelven y que presenta un cierto grado de turbidez.

**Procesos involucrados en la ruptura del coloide.** Los principales procesos relacionados con la pérdida del coloide son: caída de las partículas (sedimentación), agrupamiento de 2 o más partículas (floculación-agregación) y la formación de grandes partículas con la disminución de la superficie interfacial

total (coalescencia). En este tipo de formulaciones la concentración del ingrediente activo varía entre un 30% y 60%.

**Ventajas:** permiten la formulación líquida de productos que solo se formulaban como polvos y en consecuencia con esto se consigue ausencia de polvo; medir por volumen y no pesar; no hacer premezcla; se pueden aplicar con avión, sin tapar las pastillas; aplicación homogénea; distribución uniforme; optimiza la bioeficacia del activo. **Desventajas:** dificultades en la preparación; tendencia a la decantación (agitación); requiere ingredientes adicionales y mayor manipuleo del material; altos costos.

#### **A.1.4.- Microemulsiones (ME)**

**Componentes: principio activo + sustancias auxiliares: disolventes no contaminantes y tensioactivos (emulsionantes)**

Las **microemulsiones** constituyen formulaciones destinadas a mejorar aquellas características no deseables de los líquidos emulsionables como ser el contenido de disolventes inflamables tóxicos y altamente contaminantes. En este tipo de formulación no se utilizan solventes orgánicos. El ingrediente activo es dispersado en agua con varios surfactantes. Éstas requieren mezcla a alta velocidad hasta obtener dispersiones estables y finas de principios activos insolubles en agua. Las microemulsiones pueden reemplazar con cierta ventaja a los líquidos emulsionables con hasta un 30% de activo y alto contenido de disolventes contaminantes. No toman aspecto lechoso y son termodinámicamente estables. **Ventajas:** disminuyen o eliminan la contaminación del ambiente por disolventes; reducen o eliminan los riesgos por la exposición o contacto con disolventes tóxicos y/o inflamables; al ser agregadas al agua para su aplicación se asegura la obtención de glóbulos muy pequeños, independientemente de la temperatura, de la dureza o salinidad del agua y de la concentración de aplicación. Lo expuesto determina que el comportamiento sea distinto al de los líquidos emulsionables que son más sensibles a la variación de las condiciones del agua. Por tratarse de glóbulos más pequeños aumenta la efectividad del ingrediente activo por su mayor superficie de contacto y capacidad de penetración; son menos tóxicos, poseen menor fitotoxicidad; menor costo y pueden envasarse en recipientes más económicos de material plástico; son líquidos claros, posee baja viscosidad y fácil vertido. **Desventajas:** requieren altas concentraciones de surfactantes y bajo activo; difíciles de fabricar; se necesita mayor tecnología; son caros.

#### **A.1.5.- Emulsiones concentradas en agua (EW) Líquidos emulsionados**

**Componentes: principio activo + sustancias auxiliares: tensioactivos (emulsionantes)**

Los **líquidos emulsionados** o **emulsiones** son formulaciones de aceites insecticidas con emulsionantes del tipo de los aceites de pescado que tienen agua en su composición. La formulación es una emulsión preformada que se diluirá más en el agua. El ingrediente activo es sólido o un aceite viscoso soluble en aceite parafínico; emulsión directa en agua con surfactante (aceite en agua)

mezclado a alta velocidad, partículas pequeñas (<50 $\mu$ ); termodinámicamente inestables; dispersión aceite en agua con emulsionantes. **Ventajas:** puede mejorar la actividad biológica; poseen poco solvente orgánico, menor volatilidad e inflamabilidad; permite mezclar activos. **Desventajas:** difícil de formular; altos costos.

#### **A.1.6.- Suspoemulsiones (SE)**

Uno o mas ingredientes activos solubles en solventes en fase emulsión con otro activo insoluble disperso en fase acuosa. **Ventajas:** para mezcla de ingredientes activos.

#### **A.1.7.- Líquidos ultra bajo volumen (UBV)**

##### **Componentes: principio activo + sustancias auxiliares**

Son formulaciones que se presentan listas para usar. Éstas se aplican con equipos especiales que permiten la dispersión de muy bajos volúmenes de ellas, (0.5 y 5l/ha) al producir gotas muy pequeñas del orden de los 80 a 150  $\mu$  de diámetro volumétrico medio. Sus características especiales de viscosidad, densidad y volatilidad permiten que esas gotas lleguen a destino sin ser afectadas por las altas temperaturas y la baja humedad relativa cuando se realizan las aplicaciones en verano. Son CE diseñados para ser sprayados sin dilución o con carriers tipo gas oíl ó agua; llevan surfactantes y antievaporantes, requieren equipo especial de rociado. **Ventajas:** pequeño volumen de uso; altas concentraciones; son fáciles de transportar y usar; buena penetración en el follaje y áreas poco accesibles. **Desventajas:** se requiere un equipo especial y buenas condiciones climáticas; existe peligro manipulación; hay mucha deriva.

#### **A.2.- Formulaciones sólidas**

La concentración del principio activo y del resto de los constituyentes de este tipo de formulaciones se expresa como *peso en peso*: *gramos en 100 gramos* de formulación.

##### **A.2.1.- Polvos para espolvoreo, Polvos (P ó DP)**

##### **Componentes: principio activo + sustancias auxiliares**

Fueron las primeras formulaciones utilizadas. Hoy en día su uso ha disminuido. Los polvos más antiguos consisten en una mezcla íntima de principio activo sólido con tierras inertes minerales como arcillas, talcos, sílica y diatomeas más otras sustancias auxiliares. Su aspecto es el de un polvo fino, suelto, apto para su dispersión con espolvoreadoras comunes. Se utilizan en la forma en que se expenden comercialmente. Son productos caros. Otras de las **ventajas** que presentan este tipo de formulaciones son: se aplican en poco tiempo y con facilidad; son de baja toxicidad para el hombre debido a su baja concentración de ingrediente activo, no presentan riesgos fitotóxicos; son estables durante el almacenamiento. **Desventajas:** elevado peso y volumen por unidad de ingrediente activo que se transporta; tienen problemas de deriva durante su uso

debido al reducido tamaño de sus partículas (7-45  $\mu$ ) determinando riesgos de contaminación ambiental, para el aplicador y una aplicación no homogénea. El depósito en el momento de aplicación es bajo y el residuo es poco persistente debido a la acción de los factores climáticos sobre éstos.

### **A.2.2.- Polvos solubles**

**Componentes: ingrediente activo + sustancias auxiliares: mojantes, adherentes**

Los **polvos solubles** son formulaciones no muy difundidas dado que el requisito principal es que el ingrediente activo sea soluble en agua (vehículo de aplicación) y son pocos los que poseen esta propiedad. Las sustancias auxiliares mejoran sus condiciones de aplicación y de retención. Los polvos solubles forman soluciones verdaderas. La concentración del principio activo por lo general es elevada y se aplican con los pulverizadores de uso corriente.

### **A.2.3.- Polvos mojables (PM ó WP)**

**Componentes: ingrediente activo + sustancias auxiliares: tensioactivos (humectantes, dispersantes) y tierras inertes**

Son formulaciones muy usadas especialmente con funguicidas de contacto como ingrediente activo. Éstas se utilizan luego de su dispersión en agua. En el agua se moja espontáneamente y dispersa formando suspensiones relativamente estables que se aplican con los equipos pulverizadores comunes. El ingrediente activo es molido a razón de 100  $\mu$  y posteriormente se mezcla con tierra inerte y el surfactante (humectante y dispersante) a alta velocidad. El agregado de humectantes permite que las partículas sólidas finamente divididas que integran la formulación se mojen y suspendan en el agua debido a la disminución de la tensión interfacial entre el agua y las partículas, al aumentar el poder mojante de éstas. Los dispersantes impiden la formación de aglomerados de partículas sólidas favoreciendo de este modo su suspensibilidad en agua.

Presentan gran seguridad con respecto a la fitotoxicidad y algún riesgo toxicológico al prepararlos por el polvillo que vuela cuando se pesan. Se aplican con equipos pulverizadores comunes. **Ventajas:** aplicación homogénea, son fáciles de fabricar y económicos, ingrediente activo sólido, son estables al almacenamiento y uso, buena residualidad en superficies porosas. **Desventajas:** difícil dosificación, requieren agitación, decantan con el tiempo, tienen poder abrasivo (desgaste de boquillas, bombas y elementos de los equipos de aplicación), al prepararlos hay exposición al polvillo que se genera.

### **A.2.4.- Gránulos secos (GR)**

**Componentes: ingrediente activo + sustancias auxiliares**

Al igual que los polvos para espolvoreo son de las pocas formulaciones que se utilizan tal como se expenden comercialmente. Se diferencian de aquellas en el tamaño de las partículas (entre 100 a 6000  $\mu$ ). Su concentración en ingrediente activo es baja. El ingrediente activo sólido con la tierra inerte (carrier) se extruda

como pasta y se seca. Por su tamaño pueden distribuirse uniformemente y no estar expuestos a deriva. El principio activo debe liberarse del gránulo para ejercer su acción ya sea por difusión o desintegración de la partícula y dispersión en el medio. Son fáciles de manipular, almacenar y transportar. Se aplican con equipos sencillos. Al no derivar no generan riesgos para el medio y el operario. Carecen de disolventes inflamables o fitotóxicos. **Ventajas:** aplicación simple; buena estabilidad durante el almacenamiento; fabricación simple; costo del envase barato, bajo costo total. Entre sus **desventajas** se presentan: elevado costo de fabricación, manipuleo, transporte y almacenamiento; técnica compleja de procesamiento y bajo tenor en activo. Se pueden aplicar con equipos espolvoreadores comunes.

#### **A.2.5.- Gránulos dispersables en agua (WDG) 1970**

**Componentes: ingrediente activo + sustancias auxiliares: tensioactivos (humectantes), dispersantes, otros**

Son formulaciones granuladas que a diferencia de las mencionadas anteriormente no se utilizan directamente como se presentan. Éstas se agregan al agua de los equipos pulverizadores y forman suspensiones similares a las originadas por los polvos mojables o líquidos floables. La concentración en principio activo es elevada. Se manejan como líquidos, son caros y requieren agitación. Versión moderna de los polvos mojables. El ingrediente activo se mezcla con carriers sólidos y surfactantes, se extruda como pasta y luego se seca, forma uniforme cilíndrica (0.5-1 mm diámetro); se desintegran fácilmente y dispersan en agua por dilución. **Ventajas:** verticales; fácilmente medibles; buen almacenamiento; no liberan polvos; desintegran rápidamente; dan suspensiones homogéneas; al manipularse como líquidos se miden por volumen no se pesan; no se transporta agua como en los floables; no hay problemas de congelamiento como en los líquidos suspendibles; menor problemas de envase, son más económicos y fáciles de limpiar y de eliminar sin dejar residuos; carecen de disolventes inflamables o fitotóxicos como los líquidos emulsionables; se pueden recoger los derrames; bajo riesgo de toxicidad por tener poco o nada de polvo suelto; sin problemas de manipuleo, almacenamiento o transporte. **Desventajas:** difícil preparación; higroscópicos; tecnología de empaque, alto costo de fabricación; se necesita mayor agitación para dispersarlos en agua.

### **B.- Formulaciones especiales**

---

En estado sólido y líquido se presentan algunas formulaciones como pastillas, pellets, cartuchos, bloques, tabletas, placas, tiras, cebos, líquidos para generar gases que en general por su composición y destino las encuadramos dentro de las formulaciones especiales.

#### **B.1.- Geles**

Éstos son formulados líquidos de alta viscosidad, utilizándose agua como base (GW) o solvente (GL). Están destinados a los mercados alternativos al de uso

agrícola y tienen diferentes usos (pasta dientes, detergentes, farmacéuticos,) alto costo de desarrollo, envases costosos.

## **B.2.- Fumigantes**

El principio activo se emplea o actúa en forma de gas o vapor, independientemente del estado en que se lo aplique. Se los puede clasificar en sólidos, líquidos y gaseosos. Los sólidos están constituidos por el principio activo, vehículo y coadyuvante (Naftalina, casita yale, la pastilla de fosforo de aluminio: fosfina). Los líquidos están constituidos por el principio activo mas el disolvente (Metan sodio; líquidos volátiles o líquidos que son liberados por la humedad ambiental o por calor) mientras que los gaseosos están constituidos por el principio activo mas un gas alarma, (Bromuro de metilo).

### **FOSFUROS**

Los fosfuros son compuestos binarios que contienen el anión Fósforo P<sup>-3</sup>. Los más frecuentes son el fosfuro de aluminio y de calcio, que son utilizados como fumigantes de granos.

Reacción típica



La fosfamina liberada - PH<sub>3</sub> - es además altamente inflamable, entrando espontáneamente en combustión por el calor de la reacción, muy tóxica. El gas **fosfina** es extremadamente irritante en el tracto respiratorio. También produce envenenamiento sistemático severo. Su uso como fumigante en lugares de almacenamiento de productos alimenticios es mediante la colocación de fosfuro de aluminio sólido (phostoxin). El gas fosfina es liberado lentamente mediante hidrólisis. Los casos más severos de intoxicación se han dado por la ingestión de fosfuro de aluminio sólido, el cual se convierte en gas rápidamente por la hidrólisis ácida que ocurre en el estómago. En los casos más severos se presenta el colapso cardíaco. La edema pulmonar es una causa común de muerte. En otros casos letales se desarrollan: arritmia ventricular, problemas de conducción y asistolia.

## **B.3.- Fumígenos**

Están constituidos por el principio activo mezclado con sustancias combustibles (materia orgánica que arde con facilidad) y comburentes (que provoca o activa la combustión; clorato de potasio o nitrato de sodio), proporcionando humos letales. Una vez encendido se genera una combustión incompleta que libera humo o gases que arrastran o llevan consigo al ingrediente activo (espirales, pastilla de gamexane, pote fumígeno musal, etc.)

## **B.4.- Aerosol líquido**

Se refiere a una dispersión de partículas sólidas o líquidas en un medio gaseoso (gas o líquido presurizado). El principio activo (sólido o líquido) se disuelve

en un disolvente orgánico, se le agrega un sinergizante y luego se lo envasa con un gas propelente (butano desodorizado o propano). El principio activo se libera con un gas propelente (Fuyi, Raid .. etc.)

### **B.5.- Tabletas (TB) o Donas**

El ingrediente activo es sólido y a éste se le agrega celulosa micronizada más un dispersante, dispersan en agua (agregado efervescente mejora la dispersión). Son seguros de manejar y dosificar; empaque simple y alto costo.

### **B.6.- Cebos (C)**

El ingrediente activo se mezcla con alimentos o sustancias atractivas. Poseen baja concentración de activo, listo para usar, compiten con otros alimentos. Se pueden citar cebos hormiguicidas, rodenticidas, para caracoles y babosas, etc. Las sustancias atractivas difieren según la especie que se pretenda controlar. Éstas pueden ser: granos de cereal, fécula de mandioca, esencia de mandarina, harina de sangre, harina de maíz, cascarilla de naranja, etc..

### **Bibliografía**

---

Barbera Claudio. 1989. Pesticidas Agrícolas. Cuarta edición. Editorial Omega. Pag.1-39.

CASAFE. 1997. Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina. 1368 pag.

Costa, J.J. - A. E. Margheritis - O.J. Marsico. 1979. Introducción a la Terapéutica Vegetal. Pag 143-191.

Cross B – Scher, H. B.(Eds.). 1988. Pesticide Formulations. ACS, Washington. Pag 1-5; 250-259.

González Lima, G. 1998. Guía de trabajos prácticos, Asignatura Terapéutica Vegetal. Facultad de Cs. Agr. y Ftiles. UNLP.

Herbert, B. – Scher, H. B. (Eds.). 1986. Pesticide Formulations. ACS, Washington. Cap 2, 4 y 5. Pag 1-7.

Magister en Control de Plagas y su Impacto Ambiental (UNSAM-CIPEIN/CITEFA). 2005. Apuntes. Modulo; Química de Plaguicidas. Asignatura; Formulados y Química Analítica de Plaguicidas.

Tadros Tharwat F. 1994. Surfactants in agrochemicals. Vol 54. M. Dekker, New York. Pag 93-183.

Nombre de archivo: Formulaciones de plaguicidas Apunte 1 de Prot Forestal  
Directorio: D:\Monica\M C P. Fta\Guías terapeutica  
Plantilla: C:\Documents and Settings\Flia Murace\Datos de  
programa\Microsoft\Plantillas\Normal.dot  
Título: Guia T  
Asunto:  
Autor: Flia Murace  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 20/08/2006 12:45  
Cambio número: 8  
Guardado el: 08/10/2008 07:56  
Guardado por: Flia Murace  
Tiempo de edición: 133 minutos  
Impreso el: 08/10/2008 08:15  
Última impresión completa  
Número de páginas: 15  
Número de palabras: 5.258 (aprox.)  
Número de caracteres: 29.972 (aprox.)