

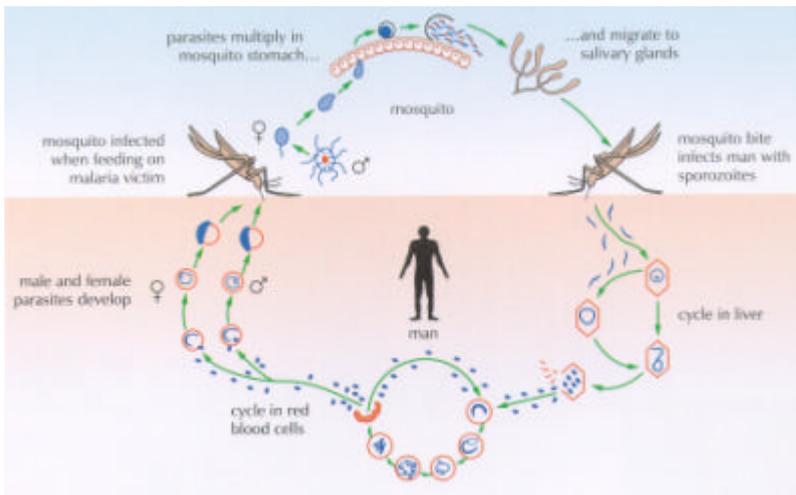


Control de plagas y vectores mediante la utilización de equipos termonebulizadores

Vectores voladores

Mosquitos

Los mosquitos están distribuidos mundialmente. Son peligrosos ya que son vectores de muchas enfermedades. Especialmente en las zonas tropicales los mosquitos están, cada vez más, infectados por la malaria y el dengue (parásito febril). El parásito se introduce en el cuerpo de la víctima a través de la picadura de un mosquito hembra en busca de la sangre necesaria para producir huevos viables.



Los parásitos se instalan en el hígado de la víctima desde donde, cuando se encuentran en su etapa de desarrollo, entran de nuevo en la sangre. Si la víctima es picada por otros mosquitos los parásitos son chupados hasta el estómago del mosquito donde se multiplican sexualmente completando así su ciclo de vida y teniendo como efecto la continua transmisión de enfermo a hombre sano.

Mientras que la temporada del mosquito en las zonas de clima moderado es normalmente de primavera a otoño, los mosquitos están activos durante todo el año en las húmedas y calientes zonas tropicales. La mayoría de las especies se esconden durante el día y se vuelven activas solo durante la noche.

Se subdividen en 3 grandes grupos: (*Culex spp.*) (*Aedes spp.*) (*Anopheles spp.*)

Algunas especies transmisoras del dengue y la malaria son poco peligrosas, otras pueden provocar la muerte. Estimaciones recientes indican una incidencia mundial de la malaria de 400 millones de casos anuales con hasta 3 millones de muertos (90% en África)



Actualmente, el dengue está en expansión en diversas partes del mundo y podría llegar a convertirse en la causa de pérdidas en la industria turística.

Vector de la malaria

La hembra *Anopheles* juega un papel primordial como vector en el ciclo de vida del parásito de la malaria. Ella es el vector del parásito y la responsable de su distribución. La destrucción de este vector conlleva la interrupción del ciclo de vida y la limitación de la propagación del parásito.

Vector del dengue

El vector del virus del dengue mas importante es el *Aedes Aegypti*, un mosquito originario de África y que está extendido por todo el mundo. El mosquito transmite el virus del dengue solo mediante su picadura. Una vez contagiado es infeccioso durante el resto de su vida (15-60 días). Los mosquitos adultos solo pican durante la temporada de lluvias. Es peligroso como potencial vector de dengue ya que se ha adaptado a la vida urbana llegando incluso a reproducirse y vivir dentro de las casas y jardines si en estos se encuentra algun charco.



Hábitat del mosquito y su control

Etapa Larval

Las larvas siempre se desarrollan en un medio acuático. house mosquitoes (*Culex spp.*) crían junto a las casas en las zonas rurales y urbanas, principalmente en aguas fangosas. Yellow fever mosquitoes (*Aedes spp.*) se crían en aguas limpias o ligeramente contaminadas. p. ej. charcos temporales dejados por lluvias recientes. Los huevos sobreviven cuando los charcos se evaporan.



Control de la etapa larval

Las recomendaciones varían según la especie, el estado de desarrollo y el hábitat. Todas las especies pueden ser combatidas de manera preventiva mediante el control de la etapa larval en el hábitat húmedo (p.ej. aguas estancas o con poco movimiento donde pocos o ningún pez vive). Este tipo de medidas deben ser bien preparadas para poder determinar exactamente el momento en el cual se produce la cría. Las sustancias biológicas activas basadas en bacillus thuringiensis y sphaericus o methoprene, combinadas con un equipo de aplicación terrestre pulsFOG BIO montado en cualquier tipo de embarcación o vehículo terrestre, son un arma eficaz contra los mosquitos en etapa larval. Estas unidades BIO producen niebla de agua densa y pesada con un espectro de gota < 100 µm capaz de penetrar en grandes zonas inaccesibles de vegetación acuática. Para el caso de zonas incluso más grandes existen otros métodos de aplicación ULV.





Etapa adulta

Algunas especies de mosquito prefieren los hábitats interiores, donde descansan de día y atacan por la noche, otras especies permanecen al aire libre. Los mosquitos de "interior" se combaten fácilmente usando una formulación de niebla volátil combinada con un pequeño nebulizador portátil equipado con un inyector (boquilla) que proporciona tamaños de gota extremadamente pequeños.

Las gotas $< 10 \mu\text{m}$ tienen la ventaja de permanecer en suspensión durante un largo periodo de tiempo, secas como el humo, mejorando la fase gaseosa y penetrando incluso en lugares ocultos como esquinas y grietas donde descansan los mosquitos. Este tipo de niebla o humo ni moja ni empapa. Incluso un papel sensible para cartas que esté sobre una mesa permanece seco y no se ensucia. Estos tamaños de gota pequeños producidos por un simple motor eléctrico independiente hacen al termonebulizador a reacción por impulsos tan eficiente en los países del tercer mundo. Las formulaciones volátiles de biocida aplicadas en forma de pequeñas gotas tienen un periodo de eficacia más corto. No obstante, existen formulaciones que prolongan la eficacia de este tipo de sustancias activas (p. ej. formulaciones encapsuladas).

Los hábitats interiores de los mosquitos son los edificios residenciales, oficinas, almacenes, despensas, hoteles, restaurantes, edificios públicos y también los sistemas subterráneos de desagüe (canalizaciones).



Los mosquitos adultos que permanecen al aire libre viven cerca de su lugar de cría en zonas húmedas y oscuras donde descansan durante el día. Se convierten en vectores de la enfermedad si pican a animales o personas. Mientras que los tratamientos de interior precisan de niebla seca ultrafina (gotas $< 10 \mu\text{m}$) para evitar manchar superficies sensibles las aplicaciones al aire libre contra mosquitos en vuelo requieren gotas ligeramente más grandes, de hasta $25 \mu\text{m}$, las cuales son menos sensibles a las corrientes de aire, menos volátiles y las cuales, idealmente, deberían portar en cada gota la dosis letal para un mosquito adulto. Los equipos nebulizadores proporcionan los tamaños de boquilla apropiados para producir estas gotas más grandes.

Aplicación

El efecto de los biocidas en las plagas no solo viene determinado por el ingrediente activo en sí mismo, sino también por la formulación y el método de aplicación (tamaño de las gotas) seleccionado.

Según las especificaciones de la OMS (WHO) los mosquitos adultos son eficazmente controlados con tamaños de gota $< 16 \mu\text{m}$. Además, deben ser tenidas en cuenta las condiciones climáticas (humedad y velocidad del aire) para seleccionar el tamaño de gota y la formulación apropiada. Las larvas de mosquito que viven en un hábitat húmedo precisan de gotas mas grandes y pesadas con mayor velocidad de precipitación.



Se consideran, generalmente, aerosoles las gotas o partículas suspendidas en el aire con un tamaño $< 50 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}$). Los termonebulizadores y nebulizadores en frío están diseñados para producir el espectro de gota requerido. Las máquinas pulsFOG producen una nube inmensa de aerosol la cual permanece en suspensión en el aire cerca del nivel del suelo, “arrastrandose” a través de la zona “objetivo”, la cual es a menudo inaccesible para el hombre. La termonebulización ha demostrado ser el método mas efectivo para el control de mosquitos, moscas e insectos nocivos incluso en zonas residenciales.

Quando nebulizar

La nebulización debería comenzar en la temporada de cría del insecto. El mayor efecto se consigue si la operación de nebulización es preparada para la hora del día en la cual la actividad aérea del insecto se encuentra en su apogeo. Esto normalmente es al atardecer, por la noche y al amanecer.

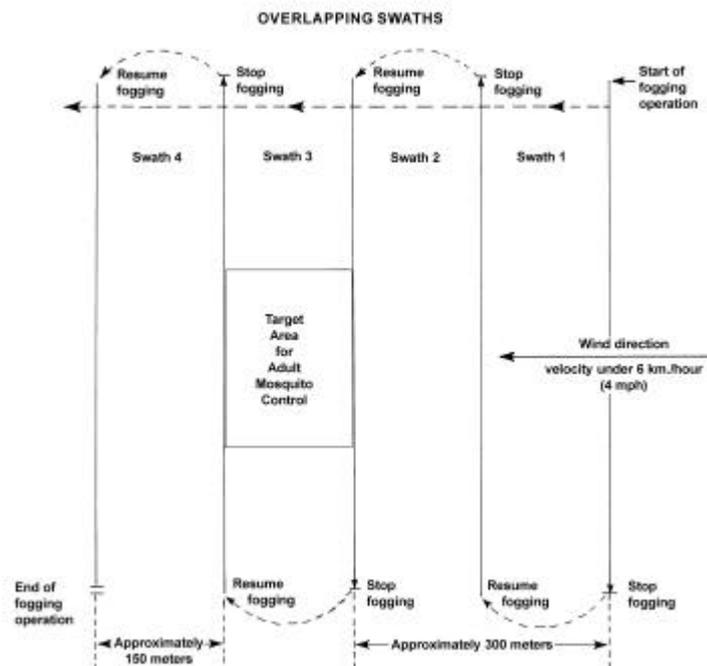
Solo se debería termonebulizar cuando las condiciones meteorológicas sean favorables para que la niebla producida permanezca cerca del suelo (alta humedad-ambiente relativa). En particular la velocidad del viento no debería exceder de 6 km/h. No se recomienda realizar aplicaciones diurnas bajo el sol, ya que en los dias calurosos el aire caliente se eleva, alejándose del suelo que está caliente, y provoca la ascensión de la niebla junto a las corrientes de aire.

Las zonas problemáticas deben ser tratadas con biocida de vida corta cada dos días en un periodo de dos semanas para evitar que los nuevos adultos emergentes puedan continuar poniendo huevos. Después de este tipo de tratamiento la población se ve reducida de tal manera que solo es necesario realizar nebulizaciones regulares de mantenimiento.

Como nebulizar

Hay que tener en cuenta que una zona mucho mas grande que la “zona objetivo” debe ser nebulizada para evitar la reinvasión de mosquitos procedentes de zonas adyacentes. Siempre que sea posible, la nebulización se debe iniciar a favor del viento para que así la niebla atraviese la zona objetivo, realizando varias “pasadas” cada 30-150 m, iniciando esto a 300 m de la zona objetivo y finalizando 150 m tras la zona objetivo.

El intervalo entre las diferentes “pasadas” dependerá de la cantidad de obstáculos.



Determinación de la velocidad de aplicación (vehículo)

Se debe establecer:

1. Localización y tamaño de la zona a nebulizar
2. Intervalo de nebulización (30 – max 150 m, según el rendimiento del aplicador y los obstáculos existentes en la “zona objetivo”)
3. Establecimiento de la ruta para el operario y el Cantidad total de solución a nebulizar (~ 2-3 litros/ hectarea, biocida y portador de la niebla inclusive)
4. Caudal (descarga) de la máquina a utilizar (ajustar inyector (boquilla))
5. Velocidad del vehículo (~ 5 – max 10 km/h)

| Vehicle speed considering max. flow rate and max. throwing range of produced fog with different pulsFOG machines under optimal terrain conditions | | | | | | | |
|---|-------------------|--------|--------|--------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|
| Type of machine | Portable machines | | | Vehicle mounted machines | | | |
| | K-10 sp | K-22/O | K-30/O | K-22/10/O small/large | K-22/10 BIO large | K-30/20/O small/large | K-30/20 BIO small/large |
| Max. flow rate ¹ (l/h) | 30 | 60 | 120 | 75 | 75 | 120 | 190 |
| Max. throwing range ² With oil as carrier (m) | 40 | 70 | 100 | 100 | 100 | 150 | 150 |
| Theoretical area output considering 3l/ha (ha/h) | 10 | 20 | 40 | 25 | 25 | 40 | 63 |
| Machine forward movement (vehicle speed) (km/h) | 2,5 | 2,85 | 4 | 3,3 | 3,3 | 4 | 4,3 |

Después de una cuidadosa preparación de la formulación de nebulización y de la máquina pulsFOG el punto de inicio de la nebulización debe ser elegido teniendo en cuenta la dirección del viento.

Preparación de la formulación de nebulización

1. Selección y establecimiento del biocida necesario.
2. Establecimiento de la dosis de biocida
3. Establecimiento de la cantidad del portador de la niebla (aceite, agua o aceite/agua)
4. Establecimiento, en caso de que sea necesario, de la cantidad de disolvente o agente mejorador de la formulación (methylenechloride o pulsFOG X-EC/100)
5. Establecimiento de los pasos de preparación de la mezcla.
6. Elaboración de una muestra de formulación y comprobación de su estabilidad durante 30 minutos.

Nota: Siempre preparar únicamente una cantidad reducida de formulación para el uso inmediato. Para evitar almacenar formulación lista para ser utilizada, durante un periodo de tiempo prolongado, en el depósito del producto es aconsejable comprobar el perfecto funcionamiento de la máquina antes de empezar con cualquier procedimiento de mezcla de pesticida con el líquido portador de la niebla. Puede ocurrir que la máquina no fuese limpiada después del último tratamiento y que haya todavía restos de otro pesticida en el tanque que pueda no ser compatible con la nueva formulación.

La incompatibilidad química de los pesticidas que hayan sido mezclados conlleva la separación de ingredientes activos o una reacción no deseada, la cual, de nuevo provoca la obturación y atascamiento del inyector.

En otros casos, una bujía sucia impedirá el correcto arranque de la máquina. Este tipo de problemas “técnicos” debería ser resuelto antes de preparar la formulación. Por ello, se debe comprobar el perfecto funcionamiento del motor y de la descarga del inyector mediante la nebulización simplemente de agua antes de mezclar el pesticida.

Comprensión, tamaño de gota, caudal y formulación de la niebla

Existen diferentes métodos para aplicar y distribuir biocidas, de la manera más homogénea posible, en un área o espacio determinado. Siguiendo los conocidos estándares internacionales estos métodos de aplicación dependen del caudal y tamaños de gota emitidos.

Métodos de aplicación utilizando diferentes equipos:

1. Volumen alto (pulverización húmeda, tamaños de gota $> 400 \mu\text{m}$) >600 litros/ha
2. Volumen medio (pulverización, tamaños de gota $200 - 400 \mu\text{m}$)
3. Volumen bajo (misting, tamaños de gota $100 - 200 \mu\text{m}$)
4. Volumen muy bajo (atomización/nebulización con gotas $< 150 \mu\text{m}$)
5. Volumen ultrabajo (atomización/nebulización con gotas $< 100 \mu\text{m}$)
6. Volumen ultrabajo (nebulización con gotas $< 20 \mu\text{m}$)

Cada plaga requiere un tamaño de gota (o mejor, un espectro de gota) determinado para ser atacada con éxito. Este tamaño de gota debería contener la dosis letal de

ingrediente activo. Cuanto mayor sea el tamaño del insecto, mayor será la gota necesaria para eliminarlo.

Según G. A. Matthews (IPARC, London) se recomienda:

| | |
|--|----------------------|
| Insectos voladores | 10-50 μm |
| Insectos de follaje | 30-50 μm |
| Follaje (p.ej. enfermedades fungales) | 40-100 μm |
| Suelo (organismos que viven en el suelo) | >200 μm |

1 μm = 1/1000 mm

Selección de la formulación apropiada

La nebulización por impulsos ofrece, no solo a través de formulaciones basadas en aceite, sino también basadas en agua, multitud de tratamientos efectivos debido a la variedad de posibilidades de formulación existentes y de inyectoros (boquillas) que proporcionan diferentes tamaños de gota. Las formulaciones basadas exclusivamente en aceite proporcionan tamaños de gota ($< 20 \mu\text{m}$) para poder atacar con éxito a los mosquitos. Las formulaciones basadas en aceite/ agua producen tamaños de gota de hasta $100 \mu\text{m}$ y proporcionan un ataque eficiente contra insectos de gran tamaño (p. ej. langostas), así como un control eficiente contra las enfermedades fungales en los cultivos. La nebulización contra objetivos que se encuentren en el suelo no es posible.

Mientras que un programa de protección de plantas mediante pulverización de volumen alto (HV) requiere 1.000 litros, un programa de nebulización contra mosquitos adultos utiliza únicamente un caudal inferior a 3 l/ha. Para poder disminuir el volumen de 1.000 litros a únicamente 3 litros necesario disminuir al mismo tiempo el tamaño de gota para poder suministrar la densidad de gotas original en el objetivo. Los pulverizadores HV producen tamaños de gota inferiores a $400 \mu\text{m}$ mientras que los atomizadores LV (Volumen bajo) y ULV (Volumen ultrabajo) producen gotas $< 150 \mu\text{m}$ y un termonebulizador un aerosol con gotas $< 50 \mu\text{m}$. Compare: ¡ Una partícula de humo de un cigarrillo es más pequeña de $1 \mu\text{m}$!

La reducción del tamaño de gota en este tipo de categorías conlleva problemas de evaporación. Cuanto mas pequeño sea el tamaño de gota producido de una determinada cantidad de producto mayor será la superficie total cubierta con esa misma cantidad y consecuentemente mayor será la tasa de evaporación.

Vida de las gotas de agua (temperatura 20 °C, humedad relativa 50%)

| Tamaño inicial de la gota(μm) | Vida (hasta su extinción) (s) | Distancia de caída (m) |
|--|-------------------------------|------------------------|
| 50 | 14 | 0,5 |
| 100 | 57 | 8,5 |

La volatilidad del agua no solo depende de la humedad-ambiente relativa y de la temperatura, sino también del pesticida y su formulación, aditivos e ingredientes inertes. La práctica ha demostrado que es necesario añadir determinados "suplementos" al agua para retrasar con éxito la evaporación de este tipo de gotas tan pequeñas.

En el pasado las formulaciones basadas exclusivamente en aceite, y por ello con las propiedades no volátiles del aceite, resolvían este problema, pero cada vez mas las formulaciones ULV y de nebulización basadas en agua muestran sus ventajas y estan en progreso.

Formulaciones de nebulización basadas en aceite

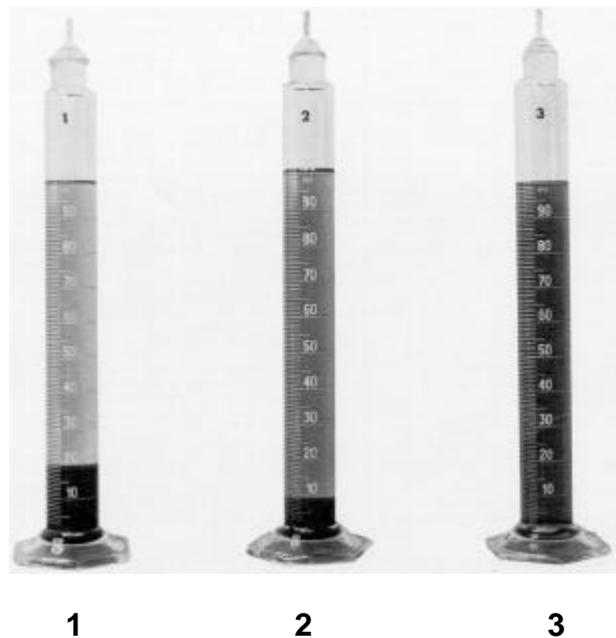
La formulación de nebulización incluye el pesticida líquido y el portador de la niebla, el cual es un aceite mineral (disolvente hidrocarburo) disponible localmente. Se usa con frecuencia diesel por falta de una mejor opción. El pesticida debe ser compatible con el aceite para poder conseguir una solución o dispersión estable.

El uso de pesticidas en forma de suspensión (polvos) con aceite es menos recomendable ya que este tipo de formulación tiende a obstruir el tubo de escape del motor a reacción. El principio de funcionamiento de este tipo de nebulizador está basado en la vaporización del líquido de nebulización dentro del inyector y su posterior condensación al entrar en contacto con el aire a temperatura ambiente. Por desgracia las suspensiones no se pueden vaporizar.

La calidad del aceite usado proporciona las características de las gotas producidas: volátiles, menos o no volátiles. La volatilidad de la formulación afecta a la vida de las gotas. Los tratamientos de **interior** precisan en muchos casos de un periodo de vida mas corto (**mayor volatilidad**) para evitar residuos de aceite no deseados en superficies sensibles. El espacio cerrado del edificio evitará el escape y la pérdida de los aerosoles y su gas. El tamaño de gota apropiado para tratamientos de interior es de menos de 10 µm.

Un hidrocarburo típico para aplicación de **interior** es el keroseno, el cual es inodoro. Algunas compañías químicas ofrecen aceites con mejores propiedades de solubilidad y una temperatura de inflamación mas alta, reduciendo así un posible peligro de incendio (p.ej. Shellsol D-100 o los tipos Sinarol de la Compañía Shell Oil).

Aceites con un menor contenido aromático o aceites de naturaleza parafínica o alifáticas y también los aceites vegetales tienen pobres propiedades de disolución del pesticida. En estos casos un co-disolvente no combustible (p.ej. methylenechloride or trichloroethane) añadido en un 5-10% ayudará a disolver fácilmente el pesticida en el aceite mineral. El suplemento de methylenechloride or trichloroethane también aumenta la temperatura de inflamación del portador de la niebla y favorece la creación de gotas mas pequeñas y homogéneas dando como resultado una fase gaseosa mas eficiente.



- (1) Ingrediente activo mal diluido en keroseno.
- (2) Ingrediente activo parcialmente disuelto (co-disolvente no adecuado)
- (3) Ingrediente activo excelentemente diluido en keroseno con ayuda de methylenechloride como co-disolvente

Los tratamientos al aire libre requieren una formulación no volátil para mantener el tamaño de gota producido y su contenido el mayor tiempo posible y proporcionar un mayor alcance, produciendo una cobertura residual de las “superficies habitat” tales como hojas de las plantas donde los insectos y otras plagas viven. Con frecuencia se utiliza algún tipo de “fueoil”, ya que están disponibles en todos los lugares y son baratos, aún así, estos se consideran únicamente la segunda opción. Estos aceites son relativamente volátiles, altamente inflamables y muy sensibles a las corrientes térmicas ascendentes, lo cual provoca su rápida disipación conllevando una pérdida de ingrediente activo en la zona objetivo.

Idealmente un aceite para aplicación al aire libre compatible con las plantas debe proporcionar los siguientes datos técnicos:

| | |
|----------------------------|---|
| Residuo unsulfonated | >92% |
| Contenido aromático | <10% |
| Evaporación | <20% en el test Lallata, resp. evapor. rate <1000(éter=1) |
| Temperatura de inflamación | >75°C |
| Viscosidad | < 30 cSt o 4Engler a 20°C |
| Peso molecular | >300 |

Nota: ¡La temperatura de inflamación del diesel es 59°C! La temperatura de inflamación recomendada por la OMS (WHO) es = >62 °C.

Compañías petrolíferas bien conocidas ofrecen aceites minerales con las propiedades adecuadas bajo el nombre común de “aceite mineral blanco” (white mineral oil) (p.ej. Risella-oil de Shell, WT 61 de BP, Exxsol D 100 de Exxon), los cuales tienen bien propiedades parafínicas, nafténicas o alifáticas.

También los llamados aceites agrícolas de pulverización (incluyen un agente emulsificador para un suplemento de agua) son una buena elección para tratamientos de nebulización si la viscosidad es aceptable (< 25 cSt).

Un aceite vegetal listo para ser usado es el Codacide², el cual se extrae de la semilla de la colza y está registrado en el Reino Unido. Este producto respetuoso con el medio ambiente incluye todos los agentes emulsificadores necesarios para producir una buena mezcla con el pesticida e incluso con agua. Otros aceites vegetales hechos de aceite de girasol o de aceite de semilla de palma necesitan un co-disolvente no combustible para reducir la viscosidad, elevar la temperatura de inflamación y mejorar la solubilidad del pesticida.

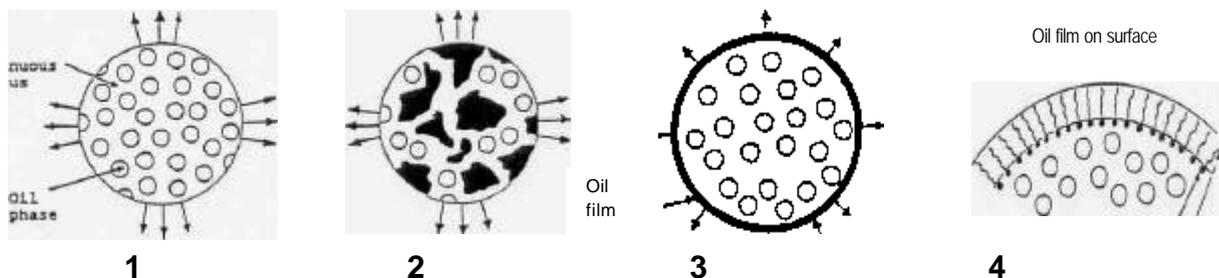
Formulaciones basadas en agua para nebulización

Por la creciente necesidad de reducir la contaminación medioambiental por el uso de hidrocarburos como disolventes, tales como el diesel, y también con el objetivo de reducir un posible peligro de incendio en países cálidos, el uso de agua o mejor de emulsiones agua/aceite como portador de la niebla cuenta con una creciente aceptación.

La sustitución parcial de aceite por agua también hace posible tener influencia en el tamaño de gota y poder ajustar este al nivel deseado: cuanto mayor sea la proporción de agua en una formulación de nebulización mas grandes serán las gotas producidas (importante en un programa de protección de plantas).

Simplemente agua como portador de la niebla, sin aceite como intensificador de la niebla es aplicable con éxito en solo algunos casos, p.ej. en invernaderos si no hay ningún portador adecuado disponible o si las plantas no toleran el portador. El uso único de agua como portador del pesticida con un termonebulizador no produce una niebla con aerosoles en condensación, sino unicamente mist con gotas < 100 µm. Gotas de este tamaño son practicas para un programa de aplicación residual pero menos eficientes y no económicas para un programa de control contra mosquitos adultos.

El aceite añadido al agua forma una película de aceite completa y estable en la superficie de la gota de niebla. Esta película de aceite actua como un aislante y retrasa la evaporación del agua que se encuentra dentro de la gota:



Para proporcionar una emulsión estable del aceite en agua el aceite debe ser pre-mezclado con el emulsificante apropiado (p.ej. pulsFOG X-EC/100) y entonces añadido y agitado en la cantidad de agua preparada. El aceite como intensificador de la niebla y retardador de la evaporación puede ser substituido por cualquier tipo de glicol, el cual es un alcohol multihídrico. Los ethylene and propyleneglycols son ampliamente utilizados como componentes el las industrias de pintura química y cosmética. Están disponibles en la mayoría de los países. Los glicoles tienen propiedades nebulizadoras similares a las de los aceites pero son, al contrario que el aceite, completamente solubles en agua.



Fogging oil prepared with an Emulsifier added to water

Monoethyleneglycol es el representante de los glicoles más barato. Tiene la menor viscosidad y la mayor tasa de evaporación (= 600 comparada con éter = 1). El polyethyleneglycol tiene la viscosidad más alta y la menor tasa de evaporación. Entre ellos están el di- and triethyleneglycol. Las ventajas de una mejor tolerancia medioambiental en relación al aceite se pagan con un precio mas elevado.

Los glicoles, especialmente el monoethyleneglycol con una mayor volatilidad, son seguramente una mejor opción para aplicaciones de interior que un aceite o hidrocarburo combustible.

La adición de un componente de glicol a una solución basada en agua reduce los tamaños de gota y hace que el espectro de gota sea pequeño y regular.

El uso de glicol hace aconsejable la adición de un agente humidificador (p. ej. alcyarylpolyglycoether) para una mejor compatibilidad con el pesticida como se recomienda en la siguiente tabla:

| Formulación de nebulización (litros/ ha) teniendo en cuenta diferentes tamaños de gota | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--------------------------------|--|--|--------------------------------|--|--|---------------------------------|--|
| Gama de tamaños de gota deseados | < 10 µm | | | < 25 µm | | | < 50 µm* | | | < 100 µm* | |
| Composición recomendada | 100 % aceite o glicol | | | 50% de aceite o glicol en agua | | | 25% de aceite o glicol en agua | | | 10 % de aceite o glicol en agua | |
| aceite agrícola pulverizable | | | | 1,5 | | | 0,75 | | | 0,3 | |
| otros aceites compatibles con plantas sin emulsificador | 3 | | | 1,5 | | | 0,75 | | | 0,3 | |
| emulsificador X-EC/100 | | | | 0,06 | | | 0,03 | | | 0,01 | |
| glicol | | | | 1,5 | | | 0,75 | | | 0,3 | |
| agente humidificador Arkopal N-80 | | | | 0,06 | | | 0,03 | | | 0,01 | |
| agua | 1,5 | | | 1,5 | | | 1,5 | | | 2,7 | |
| Cantidad total de portador de niebla | 3 | | | 3 | | | 3 | | | 3 | |
| pesticida | Aprox. 5%-15% de pesticida dependiendo de las instrucciones del suministrador=150-450 ml | | | | | | | | | | |
| total | 3,15-3,45 litros/ha dependiendo de la formulación seleccionada | | | | | | | | | | |

Visibilidad de la niebla producida

Mientras que las formulaciones basadas únicamente en aceite o glicol aplicadas con un termonebulizador producen automáticamente una niebla blanca visible, las que se basan en agua aplicadas con el mismo inyector son menos visibles. La razón es que el agua es únicamente parcialmente vaporizada por la energía térmica y solo esta porción vaporizada del agua produce la niebla condensada y visible. La parte no vaporizada forma gotas con tamaños mayores las cuales son necesarias para una niebla mas “pesada” con menor pérdida por escape y una mejor sedimentación del pesticida en la superficie del objetivo (hojas de las plantas y cultivos o la piel de un insecto grande). Debido a que el agua forma gotas con tamaños mas grandes y el aceite (o glicol) de tamaños mas pequeños la combinación de estos componentes ofrece multitud de posibilidades de ajuste para conseguir el espectro de gota deseado (ver tabla anterior).



Nebulización callejera utilizando diesel como portador del biocida.



Tratamiento de aguacate utilizando un componente de agua/glicol como portador

La visibilidad de la niebla es importante a la hora de supervisar visualmente la propagación del producto químico aplicado y de dirigir las sustancias activas hacia la zona delimitada donde se encuentra la plaga. No obstante la visibilidad de la niebla producida no es un indicador de su eficacia biológica. Las formulaciones basadas en agua son igualmente efectivas que las basadas en aceite.



Desinfección de la cocina de una cantina con productos químicos basados en agua.

En algunos casos una niebla menos visible o invisible es preferible, p. ej. en instalaciones públicas, restaurantes, cocinas, hoteles, principalmente en espacios cerrados. Pero cada vez mas también se prefiere para aplicaciones al aire libre un aerosol menos visible o invisible, p. ej.: en instalaciones de salud pública para evitar molestar o asustar a la gente, o simplemente para no perturbar el tráfico o cualquier evento organizado durante la aplicación de la niebla. Las formulaciones basadas en agua con una proporción de esta mayor al 80% son la solución para esta necesidad.

Formulaciones de biocida apropiadas para ser nebulizadas y para aplicaciones ULV

Un biocida (pesticida) puede ser formulado en estado sólido o líquido. La sustancia activa se combina con ingredientes inertes entre los cuales se encuentran disolventes, spreader stickers, agentes humidificadores, agentes de dispersión y estabilizantes. Los ingredientes inertes son componentes que se añaden a la sustancia activa para transportarla o diluirla. No tienen actividad pesticida directa pero tienen influencia en el comportamiento del ingrediente tóxico.

La formulación depende de las propiedades químicas del ingrediente activo a la hora de ser disuelto en un disolvente, el cual debe ser compatible con el hábitat en el que se encuentre la plaga (p. ej. hojas de los cultivos), o no contaminar el medio ambiente (p. ej.: agente nocivo para el ozono que se eleve hasta la capa de ozono). Algunos ingredientes activos no son solubles o no cumplen con los requerimientos mencionados anteriormente y tienen que ser formulados en forma de polvo, el cual puede ser suspendido en agua. Existen muchos tipos diferentes de formulaciones para ser también adaptadas a diferentes métodos de aplicación (pulverización de volumen alto, low volume misting, atomización de volumen ultra bajo, nebulización, dusting, gasificación) o para lograr un efecto residual del pesticida (p.ej. formulaciones de polvos mojables contra una enfermedad fungal):

Concentrados emulsificables (EC): son pesticidas formulados en estado líquido preparados para ser mezclados con agua. Forman una emulsión (una especie de leche) con el agua ya que el ingrediente activo es originariamente no soluble en agua y debe ser pre-disuelto en un hidrocarburo (p.ej.: xileno). La mayoría de estas formulaciones EC pueden ser igualmente mezcladas con un portador (aceite) para aplicaciones ULV y para ser nebulizadas. Se prefieren los pesticidas EC para formulaciones “hechas por uno mismo” para aplicaciones ULV y para ser nebulizadas, ambas como preparados basados en agua o aceite.

Líquidos ULV (UL): son pesticidas comercialmente pre-formulados “listos para ser usados” para aplicaciones con gotas pequeñas con equipos terrestres o aéreos. Están preferentemente diseñados para nebulización en frío y máquinas ULV. Las formulaciones contienen un disolvente de volatilidad baja, idealmente con un peso molecular elevado para proporcionar una buena velocidad terminal y deposición del producto en la superficie objetivo. Existen formulaciones que no requieren de la adición de un líquido portador adicional. Otras recomiendan añadir un líquido portador para aumentar la densidad de gotas por unidad de superficie. Aquí también otros preparados especiales permiten la adición de agua. Una formulación ULV puede ser utilizada con un termonebulizador pero se recomienda comprobar la temperatura de inflamación, la cual, en ocasiones, es demasiado baja para este tipo de equipos (excepto los modelos pulsFOG BIO). Añadiendo un 5% de un disolvente no inflamable (tricloroetano) o un 20% de un aceite mineral con una temperatura de inflamación mucho más elevada (>200 °C) se puede resolver el problema. La adición del emulsificador pulsFOG X-EC/100⁸ proporciona también la deseada emulsión con agua (véase capítulo 5).

Suspensiones ULV (SU): son pesticidas comercialmente pre-formulados “listos para ser usados” consistentes en polvos suspendidos en aceite con las mismas condiciones de aplicación que las descritas en el punto anterior. Una formulación SU es un líquido viscoso y aceitoso similar a la pintura basada en aceite, el cual precisa en la mayoría de los casos de un “suplemento” aceitoso para la reducción de la viscosidad. En algunos casos especiales también es posible añadir agua como suplemento. Esta formulación puede ser usada en aplicaciones ULV y para ser nebulizadas en frío, así como en aplicaciones con un termonebulizador, pero, en este último caso, limitado a termonebulizadores grandes montados en vehículos con inyectores (boquillas) de gran tamaño.

Formulaciones de niebla caliente (HN): son pesticidas comercialmente pre-formulados, “listos para ser usados” para aplicaciones con termonebulizadores, los cuales, en algunos casos, contienen el portador aceitoso necesario. En otros casos la formulación requiere un suplemento de aceite en una proporción concreta con respecto al pesticida: p. ej. 1:9 (1 unidad de pesticida por 9 de portador). Estas formulaciones no están preparadas para ser mezcladas con agua, pero en este caso también la adición del emulsificador X-EC/100² de pulsFOG puede dar como resultado la obtención de la mezcla acuosa deseada. Por desgracia hay varias formulaciones en el mercado con una temperatura de inflamación muy baja y, por lo tanto, altamente combustibles (p.ej. Actellifog⁸, Nuvan-7⁹). Estas formulaciones deberían ser sustituidas por un pesticida EC con el mismo ingrediente activo y disponible de los mismos fabricantes (véase a). p. ej. Actellic 50, Nuvan 50).

Concentrados en suspensión o Flowables (SC): son formulaciones de pesticida cremosas, las cuales son mezclables con agua. La sustancia activa se combina con una partícula sólida muy finamente molida la cual está mezclada con un portador líquido. Esta es una suspensión que fluye de forma similar a la pintura basada en agua. Esta formulación permite medir fácilmente la capacidad y no precisa de una balanza para realizar la medición correcta como en el caso de los polvos mojables, en el cual sí es necesario. Debido a sus partículas micronizadas los flowables no atascan tanto los inyectores (boquillas) como los polvos mojables. Los flowables son más fáciles de utilizar con todo tipo de aplicadores de bajo volumen que los polvos mojables y deberían ser los elegidos si el ingrediente activo sólo está disponible en

estos dos tipos de formulaciones. Los flowables no pueden ser mezclados con aceite como portador. La gama de termonebulizadores pulsFOG ofrece modelos, los cuales permiten la aplicación de flowables (K-10 SP, todos los modelos standard y BIO). pulsFOG también dispone de portadores basados en agua para ser usados con este tipo de formulaciones. Los flowables son usados principalmente en el campo de “defensa de plantas” en el caso de que sea necesario un efecto residual contra las enfermedades que afectan a las plantas.

Polvos mojables (WP): son formulaciones de toxicant mezclado con un polvo inerte (arcilla o talco finamente molidos) y un agente humidificador sólido. Las partículas no están tan finamente molidas como el polvo. Un pesticida WP debe ser cuidadosamente mezclado en agua para formar una suspensión sin grumos. Durante la aplicación es necesario agitar constantemente el contenido del depósito para evitar que se deposite. Estas formulaciones están diseñadas para programas de pulverización de alto volumen con agua. Si son utilizadas en un programa de volumen bajo la suspensión, más concentrada con menos agua, tiende a atascar el inyector (boquilla) del aplicador. Los WP mezclados con agua y adicionalmente con un portador de niebla basado en agua son aplicados con éxito con unidades pulsFOG “Standard” en invernaderos. Sin embargo, si fuera posible elegir entre ambas formulaciones (EC y WP) con el mismo ingrediente activo, se debería elegir la formulación EC para aplicaciones con termonebulizadores o nebulizadores en frío. Con la ayuda del emulsificador⁹ de pulsFOG una WP puede ser suspendida en aceite (como portador) para aplicaciones al aire libre tanto ULV como de nebulización. La nebulización de suspensiones WP/ aceite requieren sin embargo de un diseño técnico especial del nebulizador, como el que ofrece la gama pulsFOG BIO. El conocido pesticida biológico “Bacillus Thuringiensis”, el cual es usado también contra los mosquitos en estado larval es formulado como WP y fácilmente nebulizable con la gama pulsFOG BIO.

Polvos solubles (SP): es una formulación de pesticida sólido en polvo, parecido a la sal, que se disuelve completamente en agua. Con la adición del portador “VK-2 special” de pulsFOG es posible realizar aplicaciones ilimitadas de interior con un nebulizador sin que se atasquen los inyectores (boquillas). Dado que las formulaciones SP no son compatibles con el aceite se debe utilizar un glicol para aumentar la condensación de la niebla creada con un termonebulizador y para evitar una evaporación rápida.

Pesticidas microencapsulados: con partículas de ~ 10 µm han sido desarrollados para liberar lentamente ingredientes activos volátiles. Este tipo de biocida está formulado de manera similar a flowable. Debido a sus partículas relativamente grandes los inyectores (boquillas) de los equipos ULV y nebulizadores se atascan rápidamente. Únicamente el método de nebulización pulsFOG BIO, o las aplicaciones con pulverizadores estándar con más agua y tamaños de gota mayores, permiten una descarga sin problemas. La liberación retardada del ingrediente activo biocida tiene la ventaja de prolongar la eficiencia de un agente con vida corta.

Instrucciones de seguridad y consejos para la formulación

De acuerdo con un informe publicado por la asociación de ingenieros alemanes la contaminación mas peligrosa con pesticidas se produce en la preparación, mezclado y llenado del depósito de producto químico y no en la aplicación en sí misma. Por ello, se debe utilizar guantes resistentes a productos químicos y mascarilla de protección con filtro A₂B₂-P₃.

Prepare únicamente la cantidad de formulación necesaria para el programa de aplicación que vaya a realizar. Tras la aplicación suele quedar un poco de líquido en el depósito, vacie estos restos en otro depósito para poder guardarlos de manera segura para un uso posterior.

Lea completamente la etiqueta del pesticida y familiarícese con el producto todo lo posible. Si no hay datos experimentales en relación a su comportamiento con una cantidad reducida de agua o con un suplemento de aceite prepare antes de nada una pequeña mezcla de prueba en un recipiente de cristal transparente. Esta mezcla de prueba debe permanecer estable durante alrededor de 30 minutos, sin ninguna separación evidente. Durante este tiempo tampoco debe espesarse. Los productos químicos con un fuerte efecto separador (o de deposición de los polvos) no pueden ser utilizados o deben ser mejorados mediante la adición del emulsificador apropiado o agente humidificador. **Tenga cuidado al combinar pesticidas** en un mismo depósito (p. ej. un larvicida con un adulticide). Esto puede ayudar a ahorrar tiempo y aumentar la efectividad del control de plagas. Pero asegurese que los pesticidas sean compatibles, el uno con el otro, mediante la realización de una pequeña prueba con ellos antes de aplicarlos. Después de diluir cada uno de ellos por separado con agua (para una mezcla de agua) o aceite (para una solución basada en aceite) se deben mezclar y observar si sus estructuras físicas cambian de alguna manera.

Cuando mezcle un pesticida con otro, asegurese que las **soluciones concentradas no entren en contacto la una con la otra**. Primero diluya el pesticida con una pequeña cantidad de agua (solución basada en agua) o de aceite (solución basada en aceite) en un recipiente pequeño. Por separado llene parcialmente un cubo con agua o aceite, y vierta el primer pesticida parcialmente diluido en el cubo, mezclelo bien, y después añada el otro pesticida parcialmente diluido.

Si se desea añadir en una mezcla basada en agua un agente humidificador, spreader sticker, o glicol, añada este al final, después de haber llenado casi hasta el final el cubo y de haberlo agitado.

En el caso de que un coadyuvante como el pulsFOG X-EC/100 sea añadido a una solución con portador basado en aceite, premezcle primero el coadyuvante con el aceite y luego añada el pesticida. Agite constantemente el líquido durante todas las operaciones de mezclado. Por último, llene el depósito de producto químico con el contenido del cubo usando un embudo con filtro.

Para evitar almacenar formulación lista para ser utilizada, durante un periodo de tiempo prolongado, en el depósito del producto es aconsejable comprobar el perfecto funcionamiento de la máquina antes de empezar con cualquier procedimiento de mezcla de pesticida con el líquido portador de la niebla. Puede ocurrir que la máquina no fuese limpiada después del último tratamiento y que haya

todavía restos de otro pesticida en el tanque que pueda no ser compatible con la nueva formulación. La incompatibilidad química de los pesticidas que hayan sido mezclados conlleva la separación de ingredientes activos o una reacción no deseada, la cual, de nuevo provoca la obturación y atascamiento del inyector. En otros casos, una bujía sucia impedirá el correcto arranque de la máquina. Este tipo de problemas “técnicos” debe ser resuelto antes de preparar la formulación. Por ello, se debe comprobar el perfecto funcionamiento del motor y de la descarga del inyector mediante la nebulización simplemente de agua antes de mezclar el pesticida.

Accesorios utiles

- (1) Buzo de protección ligero pulsFOG
- (2) Juego de:
cubo graduado de 10 litros recipiente
graduado de 2 litros recipiente graduado
de 250 ml. un par de guantes
- (3) Equipo de limpieza de 5 litros
- (4) Recipiente graduado para la gasolina
- (5) Embudo grande para productos
- (6) Embudo pequeño para productos
- (7) Juego de herramientas pulsFOG
- (8) Broca de limpieza para inyectores
- (9) Mascara respiratoria con filtro A₂B₂-P₃
- (10) Cepillo de limpieza
- (11) Casco de insonorización
- (12) Juego de repuestos pequeño
- (13) Juego de repuestos grande



pulsFOG Dr. Stahl & Sohn GmbH

Abigstrasse 8, D- 88662 Ueberlingen/ Germany, T. 7551-9261-0, Fax 7551- 61097, E-Mail: info@pulsfog.com