

EJEMPLO 3 (PLAGUICIDAS Y PESTICIDAS): APLICACIÓN ERRÓNEA DE UN PLAGUICIDA

1 ANTECEDENTES

El día 20 marzo, en un valle de la VI Región se efectuó una aplicación aérea de malation en unas 20 hectáreas de trigo, con una dosificación más concentrada que la recomendada por la empresa proveedora. La actividad se realizó sin autorización previa, a partir de las 17:00 horas de la tarde y según los antecedentes entregados por los denunciantes se realizaron tres vuelos cuya operación duró aproximadamente 3 horas.

En el deslinde oriente del predio hay una plantación de cítricos actualmente en cosecha al norte, hay cultivos de alfalfa y cítricos, y además, hay ganado en engorda en el predio ubicado alrededor de la plantación de trigo. Además, un apicultor estableció un reclamo señalando que debido a la aplicación del producto se habría muerto la mitad de sus colmenas. El colmenar se encontraría a 300 m de la plantación de trigo.

A 180 metros al poniente del lugar del incidente corre el Estero El Cucao, y por las evidencias encontradas en el lugar se determinó que es hábitat para *Caudiververa caudiververa* (rana chilena) protegida de acuerdo con la Ley de Caza.

2 RECEPCION DE AVISO DE LA EMERGENCIA

El personal del SAG VI Región es notificado de la emergencia al día siguiente. Considerando la naturaleza de la sustancia química (pesticidas) y que puede generarse un perjuicio sobre la actividad agrícola y ganadera del sector, es evidente la participación del SAG.

3 PREPARACION DE LA VISITA A TERRENO

3.1 Formación del Equipo de Trabajo

El equipo de trabajo estará conformado por tres personas:

- El Sr. Juan Perez, como encargado de la visita a terreno;
- El Sr. Rodolfo Vacas, veterinario asesor; y
- El Sr. Jorge Perkins, ayudante.

Se ha considerado contar con la asesoría de un veterinario para asistir a la toma de muestras de animales potencialmente afectados. El Sr. Perkins ayudará con la toma de muestras de flora y fauna.

3.2 Información Preliminar sobre las Sustancias Comprometidas

Las sustancias químicas involucradas se encuentran en su estado puro. En forma preliminar, se dispone de la siguiente información, recogida de la página www.eciuaquimica.ec y www.atsdr.gob.es/

Empresa Responsable del transporte	: ACME Ltda.
Tipo de sustancia	: Malation
Estado físico	: Polvo
Características físicas de la sustancia:	
Densidad	: s/i
Volatilidad	: Mediana
Solubilidad en agua	: 120 ppm
Log Kow	: 2,36
Log Koc	: 30
Precauciones de manejo y seguridad	: Recomendaciones de uso indican como máximo 10 kilos por hectárea, hay antecedentes que se aplicó una dosis de 100 kilos/ha.
Posibles efectos sobre la salud	Puede atacar el sistema nervioso, causar dificultades de respiración, vómitos, calambres y diarrea.
Cantidad de sustancia aplicada	2.000 litros (aprox.)
Toxicidad	Categoría III Ligeramente Peligroso
	Se absorbe muy poco en el suelo, tiene baja solubilidad en agua es foto sensible y es tóxico para la vida acuática y las abejas.

Basado en las características de la sustancia (<http://pmep.cce.cornell.edu/facts-slides-self/facts/pest-gr-gud-grw89.html>), es posible clasificarla como sustancia con un cierto potencial de contaminación de superficiales y aguas subterráneas (ver Tabla 1).

3.3 Características del Lugar (donde se produjo el evento)

El evento se produjo en el valle Vista Hermosa, en el km 5 de la Ruta de Las Abejas. La *Cartografía IGM* y la *ortofoto de CIREN* proporcionan la siguiente información:

- El uso del suelo en la zona es eminentemente agrícola;
- No hay suelos con alguna condición de protección;

- Existe un Estero (Estero El Cucao) que pasa a 180 m al poniente del terreno sembrado.

Además, los antecedentes de la DGA, SERNAGEOMIN y CONAMA indican:

- Los colmenares serían una actividad nueva en el sector;
- El nivel de precipitaciones en la zona es del orden de los 400 mm anuales concentrándose entre Junio y Agosto;
- El suelo posee estrato una capa de tierra vegetal superior a los 40 cm y posteriormente maicillo (roca granodiorítica alterada);
- La dirección predominante del viento es hacia el noreste;
- Los vientos dominantes en el horario del incidente son en dirección hacia la parte alta del valle;
- Es la tercera vez que se realizan reclamos por aplicación de pesticidas en la misma zona.

3.4 Equipamiento para terreno

- Mascarilla;
- Bolsas plásticas para muestreo de suelos, especies de flora y fauna
- Frascos para muestras de aguas;
- Cooler, hielo y icepack;
- Pala;
- Tijeras de podar;
- Guantes de látex;
- Jeringas para muestras de sangre;
- Tubos heparinizados;
- Frascos para muestras de leche;
- Equipo GPS;
- Cámara fotográfica; y
- Ficha para evaluación rápida.

3.5 Otros

El encargado de terreno, debe contar con los números de teléfono de la empresa responsable, del jefe de operaciones y contacto en la municipalidad.

4 EJECUCIÓN DE LA VISITA A TERRENO

Durante la visita a terreno el funcionario completará y verificará los siguientes antecedentes:

4.1 Área Directamente Impactada

Lamentablemente en este caso no existe evidencia de la aplicación y por lo tanto se debe estimar la superficie que podría haber sido afectada. Se asume por los antecedentes entregados que la aplicación de pesticida se realizó sobre la plantación de trigo de 20 Ha, sin embargo, por la existencia de vientos en la hora de aplicación una parte de los pesticidas se dispersó sobre los terrenos aledaños al predio.

Según los vecinos del sector el incidente duró 3 horas.

4.2 Reconocimiento del área potencialmente impactada

En el reconocimiento del terreno se logró obtener la siguiente información:

Aguas Superficiales

Las aguas superficiales corresponden al estero El Cucao, cuyo curso en el sector es de dirección norte-sur alimenta a una acequia de riego que atraviesa la zona matorral (ver croquis adjunto), tomada aguas arriba del estero y que permite regar por tendido la alfalfa y la plantación de trigo.

Aguas Subterráneas

La dirección de la napa es aparentemente hacia el río. La producción de cítricos es regada con agua subterránea desde un pozo ubicado 2 Km. al norte, donde el espejo de agua se encuentra a 25 metros.

Uso de Suelos

El área de matorrales adyacente a la plantación es usada para engorda de ganado y la plantación de alfalfa tiene los mismos fines.

Finalmente los cítricos son destinados al mercado nacional y se encuentran en plena cosecha.

Flora y Fauna

A orillas del estero El Cucao se determinó la presencia de la especie *Caudiververa caudiververa* (rana chilena) la cual se encuentra protegida de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza. Sin embargo, no hay certeza de que el agua del estero esté contaminada, debido a que la dirección del viento al momento de la aplicación era en dirección noreste.

No hay evidencia de la presencia en el área de otras especies en algún grado de conservación.

Por otra parte, existen 5 tipos de comunidades vegetacionales en el área donde se realizó la fumigación; cultivo de trigo (área de impacto directo), zona de matorral,

plantación de cítricos, zona de humedales (a orillas del Estero El Cucao) y plantación de alfalfa.

Otros

No hay localidades o viviendas dentro de un radio de 1 km.

Existe un colmenar que se encuentra al norte del predio con trigo.

4.3 Estratigrafía de suelo

A través del registro en la DGA del pozo de agua para riego ubicado a 2 Km. al norte, se puede extrapolar la estratigrafía general del subsuelo en ese sector como sigue:

- suelo vegetal 0 - 0,4 m
- maicillo > 0,4 - 0,6 m
- grava/bolones > 0,6 m

4.4 Muestreo Preliminar

El objetivo del muestreo preliminar es determinar el nivel de pesticidas de los cultivos y suelos contaminados, y verificar hasta donde se propagó la sustancia.

Considerando que se trata de la primera visita, se tomarán solo muestras puntuales (en cada zona homogénea), ningún control y se analizará por parámetro indicador: la presencia del pesticida malation.

El funcionario efectúa un muestreo preliminar en gradiente (en dirección de los vientos predominantes para las muestras de vegetación y en la dirección de las aguas superficiales del estero El Cucao para las muestras de agua y el examen de anfibios):

- a) Muestra de trigo en el centro de la plantación para determinar la concentración de malatión (semillas y hojas);
- b) Muestra de frutos (cítricos) y hojas en sector que se presume no contaminado de la plantación de cítricos;
- c) Muestra de frutos (cítricos) y hojas en sector de la plantación de cítricos, que se presume contaminado por pesticidas y tomadas en gradiente (muestras c 0m, d 100m y e 300 m);
- d) Una muestra de suelos superficiales en una zona despejada de vegetación, por ejemplo, en el área homogénea del matorral en el punto f) para determinar si el pesticida a esas concentraciones persiste en el suelo;
- e) Muestras de abejas muertas y potencialmente miel en el sector de los colmenares (punto i);

- f) Muestras de vegetación (semillas, hojas y ramas) en área homogénea de matorral espinoso (puntos f, g y h); en el sector cultivo de alfalfa en los puntos j y k (parte aérea de la planta);
- g) Muestras de agua en la orilla del estero El Cucao, zona de hábitat de la rana chilena (puntos l, m, n y o).;
- h) Muestras de sangre y leche del 10% los animales que se encuentran en el área de matorral.

Para determinar el número de muestras a tomar se utilizó como criterio una estimación previa de las zonas más probablemente impactadas por la fumigación, se consideró también, la escasez de recursos.

En la siguiente tabla se resume el número de muestras a considerar durante la primera visita.

Zona a muestrear	Suelo	Agua	Hojas y ramas	Semillas o Frutos	Nº Muestras	Observaciones
Cultivo de trigo			X	X	Una de cada una	Determinar la concentración de pesticida
Cultivo de cítricos			X	X	12 muestras	Transecto tomando muestras a 0, 100 y 300 m, etc. De: Semillas, Tallos, Ramas y Hojas (Área foliar expuesta y no expuesta)
Matorral espinoso	X		X	X	13 muestras	En los puntos indicados en el plano De: Semillas, Tallos, Ramas y Hojas Estrato herbáceo y arbustivo
Pradera de alfalfa			X		2 muestras	En puntos indicados en el plano
Área a orillas de estero		X	X		16 muestras	En los puntos indicados en el plano De: Semillas, Tallos, Ramas y Hojas. Estrato herbáceo, arbustivo y vegetación acuática
Colmenares					2 muestras	Miel y abejas muertas
Ganado					N / D	Sangre y leche una muestra por cada 10 animales presentes

Se registran las **coordenadas de los puntos de muestreo** con GPS en el croquis (ver croquis adjunto). Además, se tomará un registro fotográfico de los puntos de muestreo (cuidando de tener referencias de tamaño para poder apreciar la amplitud del objeto a mostrar).

En el caso de determinar la presencia de malation en las muestras, se podría realizar una segunda etapa de muestreo la cual se indica a continuación y cuyo costo debiera ser asumido por la empresa causante del incidente:

Muestreo Específico

Este muestreo tiene por objetivo determinar la magnitud del impacto ocasionado por el incidente, por lo cual requiere ser realizado con una metodología más rigurosa, considerando una mayor número de muestras, en los lugares donde se determinó la presencia de malatión.

Para el caso del ejemplo supondremos que se determinó la presencia de malatión en la zona homogénea de matorral ubicado al norte y al este, cuya superficie aproximada es de 12 hectáreas;

El número de muestras a realizar en el sector de matorral, se cuantifica aplicando la siguiente relación:

$$NM = \text{Raíz } (SH) * V / 100$$

SH	150.000 m ²	Correspondiente al sector de matorral ubicado al este y al norte del cultivo de alfalfa
V	50	Zona no protegida ni con especies vulnerables
NM	193	Muestras

Luego el número de muestras totales es de 193 muestras, que deben ser distribuidas homogéneamente en la superficie afectada y considerando que se deben tomar muestras de semillas, hojas y ramas.

Una primera aproximación es tomar 64 muestras de semillas, 64 de hojas y 64 de ramas y cortezas. Dividiendo el sector afectado en 64 sectores de aproximadamente 0,23 hectáreas cada uno

4.5 Medidas Inmediatas

Las medidas inmediatas tienen el objetivo de proteger la salud de las personas, y el de la fauna existente.

- Recomendación de no cosechar el trigo hasta tener los resultados de los análisis;
- Prohibición de consumo de leche proveniente de los animales que se encuentran en engorda en el sector de matorrales ;
- Restricciones a la cosecha de cítricos hasta tener los resultados de análisis de pesticidas.

- Establecer medidas de protección para la rana chilena si se determina que su ambiente fue contaminado con pesticida.

5 ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS RIESGOS AMBIENTALES

5.1 Relación Fuente v/s Medio Receptor

En primer lugar, se establecerá la relación entre la fuente de impacto y medio receptor:

La exposición directa puede afectar, la flora y fauna acuática, vegetación y flora terrestre, fauna terrestre, el uso del suelo (agrícola, ganadero).

El arrastre de contaminantes con el viento puede afectar la calidad de aire, aguas superficiales, flora y fauna acuática, vegetación y flora terrestre, fauna terrestre, uso del suelo (agrícola y ganadero), socioeconomía y seguridad de las personas;

El arrastre por aguas superficiales puede afectar al suelo, flora y fauna acuática, ganadería y socioeconomía.

La infiltración al subsuelo pone en peligro a aguas subterráneas.

La relación entre las vías de propagación y la componente ambiental afectada se indica en la Tabla 2.

De lo observado en terreno se tiene que preliminarmente las componentes ambientales afectadas son:

- Aire (emanación de olores);
- Aguas superficiales (potencial contaminación del estero El Cucao ubicado en las cercanías del lugar de fumigación)
- Fauna terrestre (posibilidad de existencia de reptiles y anfibios protegidos);
- Fauna y Flora acuática (antecedentes de presencia de rana chilena en el estero El Cucao)
- Uso del suelo (agricultura y ganadería);
- Socioeconomía (posibilidad de corte del suministro de agua de riego, por contaminación de agua del estero El Cucao la cual se emplea en riego de cultivos aledaños. Por otro lado se debe mencionar la pérdida de abejas en los colmenares ubicados en las inmediaciones del sitio de fumigación. Efectos sobre la producción de leche).

5.2 Magnitud de la Fuente de Impacto

La aplicación del plaguicida fue 10 veces mayor a la concentración máxima recomendada por la empresa proveedora (100 kg/hás). No se conoce con precisión el volumen de la sustancia aplicada, pero se supone que son más de 2.000 litros. La magnitud de la fuente de impacto (M) se clasifica como **alta (100 puntos)**.

5.3 Probabilidad de Propagación

El funcionario debe analizar las diferentes vías de propagación de la contaminación, que para efectos del evento tratado en el ejemplo queda:

Exposición Directa

Considerando que el incidente no se produjo en una zona habitacional, pero si donde existe ganado y zonas económicamente rentables la probabilidad de una exposición directa al contaminante fue calificado como **alta (100 puntos)**.

Arrastre con el Viento

El viento actúa como un factor dispersante de la nube de afectando no sólo la superficie cultivada con trigo, sino también sectores aledaños, por lo tanto la probabilidad de una propagación a través del aire se clasifica como **alta (100 puntos)**.

Arrastre con Aguas Superficiales

Eventualmente es posible que parte del líquido esparcido en el aire se deposite en el curso de agua (en forma directa). Por otra parte, el arrastre con aguas lluvia hacia el estero es menos probable debido a diversas razones: la baja probabilidad de lluvia, la cobertura vegetal del entorno y la distancia que el curso de agua. La probabilidad de una propagación se clasifica como **mediana (50 puntos)**.

Infiltración al Subsuelo

Existe la posibilidad de que mediante una lluvia se lave la vegetación y luego esta agua infiltre.

La profundidad del agua subterránea se estima en sobre 10 m, el subsuelo es relativamente permeable (lo que indica una probabilidad mediana de una propagación de contaminantes hacia aguas subterráneas). Sin embargo, debido que la sustancia no tiene una solubilidad muy alta y la probabilidad de lluvia es muy baja, por lo cual la probabilidad se califica como **baja (10 puntos)**.

5.4 Vulnerabilidad del Componente Ambiental

A partir de los cuadros incluidos en el capítulo IV se otorga el puntaje a la componente afectada en relación a su vulnerabilidad (indicado en la 1º columna de la Tabla 1).

5.4.1 Suelo

Teniendo presente que el suelo del ejemplo, presenta una permeabilidad media debido a su estratigrafía (tierra vegetal y maicillo), que la sustancia es muy poco afín a él y que la cobertura vegetal es alta, se considera que su vulnerabilidad es **nula** con lo cual el puntaje asignado es **0**.

5.4.2 Aire

Esta componente se ve afectada fundamentalmente por la emanación de olores que por acción del viento pueden ser arrastrados más allá del lugar de aplicación afectando eventualmente a personas y animales. Por ello se considera que su vulnerabilidad es **media**, con lo cual el puntaje asignado es **50**.

5.4.3 Aguas superficiales

Considerando la distancia a la cual se encuentra el Estero El Cucao del punto donde se produjo la aplicación de pesticida (180 m), que la dirección del viento es hacia el noreste alejando el pesticida del curso de agua, que el caudal del estero puede diluir fácilmente la dosis recibida y que su curso es utilizado como agua de regadío, la vulnerabilidad de la componente es **baja**, con lo cual el puntaje asociado es **10**.

5.4.4 Aguas Subterráneas

El acuífero se encuentra en una profundidad de sobre 10 m; la vulnerabilidad asociada es **mediana** (puntaje **50**).

5.4.5 Flora y Fauna acuática

No se dispone de mayores antecedentes sobre la flora y fauna acuática.

5.4.6 Vegetación y Flora Terrestre

Debido a que la fumigación que se realizó sobre el campo de trigo, puede haber contaminado las zonas aledañas (cultivos de alfalfa y cítricos), además de los matorrales espinosos y las zonas adyacentes al estero El Cucao, y que debido a que no se intervino a especies con algún grado de conservación, la vulnerabilidad de la componente se considera **media** (puntaje **50**).

5.4.7 Fauna Terrestre

Debido a que en la zona hay evidencias de la existencia de rana chilena y que es posible que existan reptiles, pero que la contaminación no es directa, se considera una potencial vulnerabilidad de las especies que es **media** (puntaje **50**).

5.4.8 *Uso del suelo*

Los cultivos potencialmente afectados por el incidente son para consumo humano (con cosecha de cítricos en curso) por lo tanto, la componente preliminarmente se puede calificar como **alta** (puntaje **100**).

En las inmediaciones hay una zona para crianza de ganado. De estar contaminada la vegetación o el curso de agua en esta zona se afectaría al ganado, la vulnerabilidad de esta componente sería **alta** (puntaje **100**).

5.4.9 *Socioeconomía.*

Al existir una potencial contaminación del agua del estero El Cucao, cuyo curso de agua puede ser usado como agua de regadío, existe cierto grado de vulnerabilidad de esta componente ya que es utilizado como agua de riego. Además, hay evidencias de pérdidas en colmenares ubicados en las cercanías del lugar de fumigación, se considera que la vulnerabilidad de la componente es **media** (puntaje **50**).i

5.4.10 *Seguridad de las personas.*

La presencia de personas cosechando cítricos durante la aplicación de hace que la vulnerabilidad de la componente sea catalogada como **media** (puntaje **50**).i

5.5 *Priorización de los Riesgos Ambientales*

Luego en la matriz se estima la magnitud del riesgo ambiental (RA), para ello se aplica el producto entre la relación existente entre vía de exposición y componente ambiental (R) y la raíz cúbica del producto entre el puntaje asociado a la vulnerabilidad (V), el puntaje asociado a la probabilidad que se propague por cierta vía de exposición (P) y la magnitud de la fuente: Esta relación se expresa como:

$$RA = R * (V * P * M)^{1/3}$$

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3. Para la priorización de los riesgos ambientales se considera el máximo entre los valores de riesgo ambiental, obtenidos para cada componente ambiental analizada. Para ello se utiliza la siguiente escala:

- Puntaje de 75 a 100 = Muy Alta
- Puntaje de 50 a 74 = Alta
- Puntaje de 25 a 49 = Medio
- Puntaje de 1 a 24 = Bajo

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PRELIMINARES

Si existe presunción de que los pesticidas en los cítricos del predio vecino, puedan afectar la exportación de los frutos se debe tomar varias muestras de frutos

Si los exámenes de la fauna y flora de la rivera del estero evidencian la presencia de plaguicidas en el agua del estero, debe realizarse un muestreo sistemático de la fauna y flora presente en el curso del estero, tanto aguas arriba como aguas abajo.

Si se presume que el ganado se encuentra afectado se debe restringir la extracción de leche e impedir el sacrificio de animales para consumo humano, hasta verificar los resultados de los análisis de sangre y leche (tanto en madres como en crías)