

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

Departamento de Ingeniería Química



Diseño e instalación de un sistema para la prevención de contaminación cruzada en una planta de reenvasado y formulación de insecticidas y herbicidas.

Alfonso Alejos Asturias

Guatemala
2003

Diseño e instalación de un sistema para la prevención de contaminación cruzada en una planta de reenvasado y formulación de insecticidas y herbicidas.

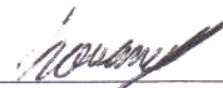
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
Departamento de Ingeniería Química

Diseño e instalación de un sistema para la prevención de contaminación cruzada
en una planta de reenvasado y formulación de insecticidas y herbicidas.

Trabajo de graduacion presentado por Alfonso Alejos
Asturias para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Química


Guatemala
2003

Vo. Bo:


(f) 

Ing. Louis Alexander Rouanet
Asesor
Colegiado No. 1179

Tribunal

(f) 

Ing. Jose Eduardo Calderón García

(f) 

Ing. Gamaliel Giovanni Zambrano Ruano
Director Ingeniería Química
Colegiado No. 686

(f) 

Ing. Louis Alexander Rouanet
Asesor
Colegiado No. 1179

Fecha de Aprobación: Guatemala, 07 de Julio de 2003.

ÍNDICE

Contenido	Página
PREFACIO _____	iv
LISTA DE ILUSTRACIONES _____	vi
RESUMEN _____	vii
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN _____	1
II. ANTECEDENTES _____	2
III. JUSTIFICACIÓN _____	12
IV. OBJETIVOS _____	13
V. PROBLEMA A RESOLVER _____	14
VI. METODOLOGÍA _____	15
VII. RESULTADOS _____	16
VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS _____	27
IX. CONCLUSIONES _____	35
X. RECOMENDACIONES _____	37
XI. GLOSARIO _____	39
XII. BIBLIOGRAFÍA _____	40
XIII. ANEXOS _____	41

LISTE DE ILUSTRACIONES

Ilustraciones	Página
1. Planta Palín antes de los cambios realizados para la certificación _____	41
2. Cambios realizados a la planta _____	42
3. Algunas de la fotografías enviadas a DuPont USA para la auditoría final _____	44
4. Dibujos de Planta Palín antes y después de cambios sugeridos _____	45

RESUMEN

Este trabajo profesional consiste en el diseño e instalación de un sistema para prevenir la contaminación cruzada entre productos manipulados en una planta de formulación y reenvasado de herbicidas e insecticidas. La posibilidad de contaminación se debe a que dentro de la misma planta, se manejan polvos de herbicidas a granel, los cuales se volatilizan con gran facilidad, e insecticidas líquidos, los cuales son capaces de disolver estos polvos. Si éste insecticida contaminado se aplica a una planta para protegerla de insectos peste, ésta se vería seriamente lesionada, ya que también se aplico una dosis de herbicida.

El proyecto se llevó a cabo en tres fases: la primera fase fue en donde se inspeccionó la planta para aprender cuáles eran las posibles vías de contaminación y se plantearon las soluciones necesarias, la segunda donde se cerraron las vías de contaminación, y la tercera donde se evaluó que no existiera más el riesgo de contaminación por otros productos de la empresa.

Al finalizar la primera fase del proyecto, se determinó que se debía hacer una pared de tablayeso para separar ambas plantas, junto a otra serie de procedimientos más sencillos.

El resultado de todo este trabajo, fue la certificación por parte de DuPont USA para el reenvasado de sus insecticidas líquidos.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo comprende del diseño e instalación de soluciones para evitar la contaminación cruzada entre una planta de reenvasado de insecticidas líquidos y otra de formulación de herbicidas. Esto se logrará primero, por medio de una auditoría sobre las condiciones de la planta, en la que se determinará cuáles son las posibles vías de contaminación y segundo, cerrando estas vías de contaminación. El propósito de esta prevención de contaminación cruzada, es poder operar ambas plantas (aunque no al mismo tiempo) dentro de un mismo recinto.

II. ANTECEDENTES

A. Productos

La FAO¹ define plaguicida como «cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, maderas y sus productos o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos». (1)

Pesticidas o agroquímicos son químicos destinados a combatir los ataques de varias pestes en cultivos agrícolas u hortícolas. Los pesticidas pueden ser divididos en dos grupos principales, pesticidas de contacto o no-sistémicos y pesticidas sistémicos. Los pesticidas de contacto o superficie no penetran apreciablemente los tejidos de las plantas y consecuentemente no son transportados dentro del sistema vascular de la planta. Los primeros insecticidas eran de éste tipo; sus desventajas se concretan a que son susceptibles a efectos del clima (tales como viento, lluvias y luz solar) sobre períodos largos y el crecimiento de nuevas plantas se vería desprotegida y expuesta a ataques por insectos (3).

1. Insecticidas

a. Qué hacen. Existen insecticidas que tienen efectos sobre el exoesqueleto del insecto, destruyendo la posibilidad de sintetizar la quitina², causando que la cutícula del insecto se vuelva delgada y quebradiza, para que el insecto no sobreviva la muda. También afectan el exoesqueleto por medio de la

¹ Según sus siglas en inglés, FAO (Food and Agricultural Organization) es la Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas.

² La quitina es una proteína de la cual esta compuesta el exoesqueleto de los insectos.

alteración de la quitina, para que esta no pueda retener líquidos y el insecto muere de pérdida de fluidos corporales. Algunos otros interrumpen los sistemas reproductivos y de crecimiento. Pero, la mayoría de los insecticidas afectan el sistema nervioso. (5)

En los insectos, los neurotransmisores más comunes incluyen a la acetilcolina, octopamina, ácido g-aminobutírico (GABA³) y el glutamato. Las reacciones químicas de estos compuestos en sus receptores, controlan diferentes canales o procesos. La mayoría de los insecticidas bloquean o mimetizan estos compuestos. (5)

La acetilcolina activa los canales de sodio. Es balanceada por la enzima acetilcolinesterasa, la cual rompe la acetilcolina, lo que causa que se cierren los canales. Los insecticidas organofosforados y carbamatos inactivan la acetilcolinesterasa, así se crea cuantiosa acetilcolina, causando hiperexcitación, convulsiones, parálisis y muerte.

La octopamina incrementa los niveles de un segundo mensajero, monofosfato de adenosina (AMP⁴), conduciendo a excitación neuronal. (5)

El GABA controla los canales de iones de cloruro. Los iones de cloruro tienen un control humedecedor en el efecto de despedir impulsos nerviosos. Los organoclorados se adhieren a esta canal y bloquean los efectos del GABA, conduciendo a la hiperexcitación. Otros elevan la permeabilidad de la membrana al cloruro, incrementando el flujo hasta que ocurra ataxia⁵ y parálisis. (5)

³ GABA, es el nombre común usado en la industria agrícola del ácido γ -amino butírico $\text{NH}_2\text{-(CH}_2\text{)}_3\text{-OOH}$

⁴ AMP, por sus siglas en inglés, Adenosine MonoPhosphate

⁵ Es la inhabilidad de coordinar movimientos musculares

b. Principales en Guatemala. Los principales insecticidas usados en Guatemala son: el oxamil, la cipermetrina y el endosulfan. El oxamil (Metil N' N'-dimetil-N((metilcarbamoil)oxi)- 1-tioxamimidato), se usa exclusivamente para plantaciones de banano y plátano para el control de nematodos como el *Radopholus similis* y el *Cosmopolites sordidus*. El endosulfan es un insecticida usado para control en alfalfa y algodón. Se venden alrededor de 10,000 Kg de este insecticida al año en Guatemala. La cipermetrina es el ingrediente activo más común en los insecticidas domésticos. Además de ser usados como matainsectos casero, también se emplea en control insectil en la industria agrícola. Se usa extensamente en cultivos de alfalfa y maíz.(4)

2. Herbicidas

b. Qué hacen. Los herbicidas son químicos que matan plantas o inhiben su crecimiento normal. Los modos de acción de estos son varios y teóricamente tan numerosos como los procesos esenciales para la vida vegetal. (6)

En términos de sus efectos sobre las plantas, los herbicidas se pueden clasificar como selectivos y no selectivos. Los herbicidas selectivos matan o aturden hierbas en gramilla con poco o ningún daño a la gramilla. Los herbicidas no selectivos matan o dañan todas las plantas cuando son aplicados de forma correcta. No existen herbicidas que pertenezcan completamente a uno de estos dos grupos. Los herbicidas no selectivos pueden, bajo ciertas situaciones, actuar selectivamente, y si la dosificación es excesiva, hasta un herbicida selectivo se puede tornar fitotóxico¹. Por lo tanto, la selectividad es una propiedad del tipo de tratamiento tanto como del químico, regulado por tales factores como el tiempo y método de aplicación, formulación química, condiciones ambientales, el estado de crecimiento de la gramicie y la hierba y particularmente la dosis. (7)

⁶ Fitotoxicidad es toxicidad en plantas

Los herbicidas matan plantas a través de contacto o acción sistemática. Los herbicidas de contacto son más efectivos contra hierbas anuales y matan solo las partes de las plantas en las que se deposita el compuesto. Los herbicidas sistemáticos son absorbidos por la raíz o partes foliares de la planta y son transportados dentro del sistema de la planta a los tejidos, los cuales pueden estar lejos del punto de aplicación. Aunque los herbicidas sistemáticos pueden ser efectivos en contra de las hierbas perennes y anuales, son particularmente ventajosos en contra de hierbas perennes establecidas. (7)

Todos los herbicidas se pueden clasificar. Cada clase tiene una estructura química típica y actividad. A continuación se darán unos ejemplos de estas clases. Clases del tipo ácido fenoxi, por ejemplo el 2,4-D; sistemático y selectivo. Clase del tipo ácido benzoico, por ejemplo el dicamba; sistemático y selectivo. Clase bipyridilo, Paraquat; contacto y no selectivo. (7)

b. Principales en Guatemala. Los principales herbicidas usados en Guatemala son: el Paraquat y 2,4-D. El 2,4-D (ácido 2,4-dicloro fenoxiacético) es usado mayoritariamente en Guatemala para eliminar malezas en el cultivo de la caña de azúcar, pero también es usado en el arroz, maíz y trigo para tratar el *chenopodium* spp. Se aproxima que se usan unos 800 mil Lt. de 2,4-D en Guatemala al año. El Paraquat (dicloruro de Paraquat) es un herbicida de contacto, no selectivo usado en plantaciones de café y trigo en Guatemala. Se usa como control químico de todo tipo de hierbas anuales y algunas perennes. (4)

B. Problema en mezcla

La EPA⁷ consideró los riesgos para varios puntos finales, inclusive salud humana, alimentos adulterados, contaminación de agua de suelo, y efectos

⁷ La EPA, por sus siglas en inglés Environmental Protection Agency, es la Agencia de Protección Ambiental. Es la encargada de regular el uso de pesticidas en Estados Unidos.

ecológicos, para determinar cuáles de estos serían los más sensibles a la contaminación cruzada y qué niveles de la contaminación cruzada podrían tolerar y permanecer generalmente protegiendo la salud humana y el ambiente. Para cada punto final, se hizo un análisis para evaluar el peor escenario, dentro de los límites razonables, del caso o una lista de escenarios potenciales, para ver si se podría determinar una sola concentración de contaminante, generalmente segura. La EPA agrupó los contaminantes y pesticidas en categorías diferentes para obtener un esquema de concentraciones toxicológicamente significativas. (2)

Se consideraron los siguientes puntos finales. En la mayoría de los casos la fitotoxicidad a la planta destino es el punto final más sensible y, por lo tanto, el factor restrictivo para determinar el significado toxicológico. (2)

Efectos sobre la salud humana. Dado que la contaminación cruzada causada por un ingrediente activo específico es probablemente un acontecimiento intermitente, la exposición es muy probable que sea a corto plazo. Por lo tanto, la EPA se enfocó en los riesgos potenciales a individuos que estarían manejando los productos contaminados. El análisis de estos riesgos de salud humana demuestran que, los riesgos agudos a humanos a los niveles de contaminación cruzada permitidos por esta interpretación, son insignificantes. Aunque la contaminación intermitente sea el escenario más probable para la contaminación cruzada, es posible que el mismo ingrediente activo contaminante estaría presente en cierto producto de pesticida sobre un período largo de tiempo. Los análisis de la EPA indican que debido a esa exposición crónica a la contaminación cruzada, es poco probable que presente un riesgo no razonable a la salud humana. (2)

La EPA consideró también la contaminación en pesticidas de aplicación al cuerpo humano (por ejemplo, repelente de insecto), y concluyó que los riesgos

por la contaminación cruzada, a los niveles dictados por esta advertencia y para estos pesticidas, son insignificantes. (2)

Alimentos adulterados. Teóricamente, un contaminante podría causar residuos en el alimento, para el cual ninguna tolerancia se haya establecido o que está en exceso de una tolerancia establecida. En este caso, ese alimento estaría adulterado según el Acto Federal de Alimento, Droga y Cosméticos. El análisis de la EPA indica que esto es una ocurrencia sumamente improbable. Además, dado que la contaminación cruzada con un ingrediente activo específico ocurre intermitentemente y en niveles bajos, la EPA cree que la exposición potencial a y el riesgo dietético por residuos de contaminantes no reportados bajo esta advertencia, sería insignificante. (2)

Agua de suelo. La posibilidad de la contaminación del agua de suelo se maneja como una potencial preocupación en ubicaciones con tierras arenosas y acuíferos superficiales. El Departamento de Agricultura y Servicios al Consumidor (DACCS⁸) de Florida, condujo ejercicio preliminar de modelado de aguas del suelo usando varias suposiciones conservadoras con respecto a la permeabilidad, vida media del pesticida, y tasa de aplicación del producto. La EPA acepta la conclusión del DACCS de Florida que, aunque la contaminación de agua de suelo es posible, es de mínima preocupación porque es improbable que los ingredientes activos de pesticidas como contaminantes, en los niveles permitidos por esta advertencia, se muevan al agua de suelo en concentraciones que crearían un riesgo significativo para la salud humana. (2)

Efectos ecológicos y/o fitotoxicidad. Basado en una revisión preliminar de efectos ecológicos potenciales por contaminación cruzada (por ejemplo, riesgos a aves, organismos acuáticos, y plantas), la EPA cree que toxicidad a la planta, o

⁸ DACCS es el Departamento de Agricultura y servicios al Consumidor del estado de la Florida según sus siglas en inglés, Department of Agriculture and Consumer Services.

fitotoxicidad, es el punto final más sensible, dadas las concentraciones relativamente bajas de contaminantes que se consideraron. La EPA cree que la fitotoxicidad presenta el potencial el más grande de daño ecológico. Los análisis de fitotoxicidad de la EPA se enfocan en la aplicación directa del producto contaminado a plantas terrestres, porque este escenario representa un nivel más alto de exposición que otras vías de exposición, tal como pérdidas y deriva lejos del blanco. (2)

La EPA condujo varios análisis de riesgo, basado sobre la fitotoxicidad como el punto de concentración, para determinar los niveles apropiados de significado toxicológico. (2)

C. **Planta Palín**

Planta Palín está localizada en el kilómetro 36.5 carretera al Pacífico, municipio de Palín, departamento de Escuintla. Cuenta con un área aproximada de 12,000 metros cuadrados. Está aprobada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social como una planta que sintetiza, fabrica, formula y/o envasa plaguicidas agrícolas, con numero de registro 002.

La planta de producción está construida en forma de dos galeras conectadas de 20 x 20 metros cada una. De un lado de la planta se encuentran los procesos de formulación y reenvasado de herbicidas y del otro lado están los procesos de llenado de insecticidas y adherentes. En el pasillo de conexión de las bodegas está una máquina de llenado de polvos. Esta máquina se usa para llenado de todo tipo de productos en polvo.

Planta Palín, cuenta con un gran numero de procesos de reenvasado de herbicidas, funguicidas, insecticidas y nematocidas así como dos de formulación y reenvasado de herbicidas. Los productos de principal importancia son los herbicidas y los insecticidas.

En el área de herbicidas están los productos ácido 2,4-dicloro fenoxiacético (mejor conocido como 2,4-D) y el Paraquat. Ambos de estos productos son tanto formulados como reenvasados en la planta. La formulación del Paraquat incluye manipulación de líquidos y jabones líquidos a través de mangueras. La formulación del 2,4-D incluye la manipulación abierta de polvos y líquidos.

Los reenvases de insecticidas son a través de mangueras que alimentan la máquina llenadora. Por los solventes que se utilizan en los insecticidas la máquina llenadora debe estar encerrada en una carcasa de plástico.

El reenvasado de productos en presentación de polvos se lleva a cabo dentro de la máquina e implica poco contacto con el material. En realidad lo que se hace es un reenvasado de una presentación grande (comúnmente 25 Kg) a una más pequeña (1 Kg o 1 lb.).

La importancia de cada proceso se deriva de la cantidad de tiempo que se le dedica a cada una. El proceso más común dentro de la planta es el de formulación y envase del 2,4-D al cual se le dedica aproximadamente un 40% del tiempo. En números, se formulan aproximadamente un millón y medio de litros al año de este producto. Segundo es el reenvasado de todo tipo de insecticidas líquidos, al cual se le dedica un 35% del tiempo de operación de la planta, tercero es el reenvasado de productos en polvo con 20% del tiempo dedicado y por último está el Paraquat con el 5% restante.

Es de suma importancia hacer notar que a finales del año 2001, se hizo una reestructuración de la planta, la cual consistió mayoritariamente en la instalación de una planta envasadora de los insecticidas líquidos, los cuales son los que más se exportan al extranjero y que llevan una serie de estándares para

poder usar el nombre comercial de la compañía socia. Tomando esto en cuenta, los insecticidas líquidos ocupan el segundo lugar en la importancia de los procesos de la planta.

D. Problema que hay en Planta Palín

Debido a que la empresa dueña de la planta de producción trabaja con empresas líderes a nivel mundial, como lo son DuPont, Griffin LLC, Biesterfeld y otras, se debe mantener estándares de calidad sumamente altos. Estas empresas tienen estatutos establecidos que no permiten la compra de productos que no cumplen con sus estándares de calidad. Dentro de estos estándares de calidad se encuentran las cantidades límite de ingredientes activos de otros productos agrícolas que pueden ir en sus productos. Para esto han desarrollado textos, en los cuales se establecen los niveles máximos, posibles casos y sus soluciones, tanto temporales como permanentes.

En esta oportunidad se hizo una evaluación de Planta Palín, y se llegó a la conclusión que de la manera como estaba organizada en el momento, no estaba condicionada para poder operar la planta de formulación de 2,4-D y los insecticidas líquidos. Esta evaluación fue llevada a cabo por los expertos de las compañías socias de Duwest. El problema más grande que se encontró es que debido a que en la formulación de 2,4-D se manipulan polvos en cantidades grandes (sacos de 500 Kg), genera una nube de polvo en la planta, y esto se considera una posible vía de contaminación de los insecticidas líquidos (situados en la otra galera de la planta), con herbicidas. También se encontró que por la proximidad y la falta de barreras permanentes entre ambas plantas, existía el peligro de contaminación cruzada. También se encontró otra serie de posibles vías de contaminación que debían estar cerradas antes de empezar el reenvasado de insecticidas líquidos.

En vista de esto, se le pidió ayuda a las empresas socias para eliminar el problema y poder llevar a cabo los planes de la planta de tener producción de herbicidas e insecticidas. La solución se encontró a través de juntas conformadas por los expertos en prevención de contaminación cruzada, la gerencia de producción de Duwest y la jefatura de Planta Palín.

Los cambios que deben tomar lugar deben hacerse en un plazo de dos semanas, ya que consisten de cambios relativamente sencillos, ya que la solución es temporal, ya que no se puede encontrar una permanente con las edificaciones actuales.

Se determinó que se deben hacer cambios mayores, los cuales deben tomar efecto a mas tardar en tres años. Estos cambios incluyen levantar otra galera, completamente separada de las actuales, a por lo menos 150 metros, y una nueva ruta de entrada a la nueva planta, según los lineamientos de DuPont (ver Anexos Nivel de separación ideal Planta Palín, página 46).

III. JUSTIFICACIÓN

En una planta de formulación y reenvasado de insecticidas y herbicidas, se debe hacer un aumento del número de procesos que se practican en ella. Este crecimiento consiste, básicamente, en la instalación de una planta llenadora de insecticidas. Una vez instalada la planta de insecticidas, se descubrió que habría problema de contaminación cruzada entre ambos productos. Esta planta reenvasa productos para empresas multinacionales como lo es DuPont, y estas empresas tienen mucha preocupación de evitar la contaminación cruzada. Es por esto, que DuPont creó un manual para la prevención de la contaminación cruzada. De la mano de este manual se plantearán las soluciones al problema. Las soluciones se deben poner en acción de la manera más rápida posible y con un presupuesto sumamente bajo. Esta solución debe ser temporal, y tener validez para un año como mínimo y cinco como máximo.

Las soluciones deben incluir desde el área de producción y almacenaje, hasta el área de carga de cada producto, sus desechos y el comportamiento del personal que en ellas trabaja. Al terminar de implantar las soluciones, se hará una nueva auditoría interna, por parte de DuPont, para asegurar que se haya prevenido la contaminación cruzada por completo.

Como se ha visto en el capítulo anterior, los insecticidas contienen ingredientes activos y algunas veces solventes altamente tóxicos que pueden causar daños a la salud de las personas que manejan el producto, es por ello que con el montaje de la línea de llenado semiautomática se pretende minimizar los riesgos a la salud por exposición a estos químicos; elevando los estándares de seguridad durante el manejo de los productos en el reenvasado.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivos generales:

1. Evitar la contaminación de insecticidas con herbicidas que se manejan en la planta y viceversa.

B. Objetivos específicos:

1. Hacer una auditoría interna sobre el estado (en general) de la planta.
2. Tomar nota de las posibles vías de contaminación.
3. Construir una división en la planta, de manera que queden dos plantas completamente separadas (ver Anexos Operación No Simultánea Planta Palín, página 45).
4. Hacer modificación de procesos en las plantas para que se adecuen a los nuevos lineamientos.
5. Escribir lineamientos para dar charlas al personal sobre la nueva conducta que se espera de ellos en ambas plantas.

V. PROBLEMA A RESOLVER

En la planta de envasado, formulación y síntesis de Westrade Palín, se instaló una nueva línea de envasado de insecticidas líquidos. Con la instalación de esta planta, se observó que habría un nuevo problema: la contaminación cruzada. Esta contaminación se da al depositar residuos de herbicidas en polvo en insecticidas líquidos y viceversa. El problema es que ambas plantas deben estar bajo el mismo techo por falta de espacio, y esto puede dar paso a la contaminación cruzada.

En concreto, el objetivo principal del proyecto, es prevenir la contaminación cruzada entre ambos agroquímicos, para poder operar ambas plantas desde donde están localizadas.

VI. METODOLOGÍA

A. Auditoría sobre el estado general de la planta y las posibles vías de contaminación cruzada.

Se hará un recorrido completo de la planta, dentro y fuera, haciendo observaciones de las posibles vías de contaminación. Dentro de esta auditoría, se evaluarán los procedimientos actuales de formulación y reenvasado usados en ambas plantas. Al final de esta auditoría se espera contar con una idea general de la magnitud del problema que presenta la contaminación cruzada.

B. Análisis de las posibles vías de contaminación, y diseño de soluciones para cerrarlas.

Con base en los datos de la auditoría previa, se analizará el riesgo que cada posible vía de contaminación presenta, su solución, y el costo de ésta. Después se evaluará si el costo de la solución se justifica por el riesgo que presenta, y la calidad de prevención que cada solución aporte.

C. Cerrar las posibles vías de contaminación.

Se pondrán en marcha cada una de las soluciones que se determinaron necesarias por el equipo de prevención de contaminación cruzada, para la operación de ambas plantas en donde están ubicadas presentemente.

D. Hacer una nueva auditoría para asegurarse que no existan vías de contaminación posibles.

Se hará una nueva auditoría por el equipo, para asegurarse que cada una de las soluciones propuestas se haya hecho de acuerdo al plan. Esta auditoría incluye la búsqueda de nuevas y viejas vías de contaminación.

VII. RESULTADOS

A. Auditoría sobre el estado general de la planta y las posibles vías de contaminación cruzada.

INFORME –WESTRADE Palín, GUATEMALA

19 de marzo del 2002

Situación actual:

1. Para DuPont, en Palín, Triwest¹ reempaca Lannate y Vydate² líquidos y ocasionalmente algún Curzate M en polvo. El Vydate es reempacado en una línea de empaque de líquidos, el Lannate es mayoritariamente reempacado manualmente, a veces en la misma línea que el Vydate, dependiendo del volumen de la orden, y el Curzate es reempacado manualmente. El reempaque manual no utiliza equipo que se tiene que limpiar.

2. Triwest formula y empaca 2,4-D como solución de la sal de amina, en una línea separada a la del Lannate y Vydate. El FSI³ para Lannate y Vydate líquidos del 2,4-D es A.

3. Triwest reempaca Atrazina en polvo en una línea manual separada del Vydate y Lannate. El FSI del Lannate de la Atrazina: B, y Vydate de la Atrazina: C.

4. El FSI del Curzate M del 2,4-D y Atrazina no se han determinado todavía, pero es poco probable que sean substancialmente mayores que éstos para Lannate L y Vydate. Todos los puntos en este informe para Lannate L y Vydate aplican igualmente a Curzate M.

⁹ Triwest es la empresa de Westrade que sostiene sociedad con DuPont. Es esta la que maquila productos para DuPont USA.

¹⁰ Lannate y Vydate son insecticidas líquidos de E.I. DuPont Nemours

¹¹ FSI es el Índice de Separación de Instalaciones por sus siglas en inglés (Facility Separation Index)

5. Triwest reempaca también varios otros insecticidas líquidos (clorpirifos, cipermetrina, metamidofos, endosulfan) en campañas con el Lannate y Vydate.

6. Triwest reempaca también un insecticida en polvo, el Marshal (carbosulfan) en una línea separada de todas las otras.

7. El FSI para Lannate y Vydate de todos los insecticidas es T o G.

8. La separación existente de la línea de 2,4-D o la línea de Atrazina con las líneas de insecticidas o el área de reempaque manual de insecticidas y fungicidas es nivel 1 como se define en el libro DuPont CP Standards¹ (ver Anexos Original Planta Palín, página 44).

9. La separación requerida entre la línea de 2,4-D y el Lannate o Vydate es nivel 6, y entre Atrazina y Lannate o Vydate es nivel 4 según los DuPont CP Standards (página No. 3-67) (ver Anexos Nivel de separación ideal Planta Palín, página 46).

10. Triwest es incapaz de hacer una fuerte inversión no modular en Planta Palín, porque el lote es arrendado y no propio. Se esta en negociaciones para comprar el sitio, pero es poco probable que se llegue a un acuerdo antes del fin del 2002.

11. Del recorrido de la planta se observó que para llegar a un nivel 2 de separación entre las instalaciones hace falta terminar la pared que une ambas galeras. También es necesario hacer una rampa de descarga en la galera de herbicidas ya que las materias primas de herbicidas son descargadas por la parte de insecticidas, resultando en posibles vías de contaminación (ver Anexos fotografías y dibujos de Planta Palín).

¹² DuPont CP Standards: Estándares de Prevención de Contaminación de DuPont (CP: Prevención de Contaminación por sus siglas en ingles (Contamination Prevention))

A. Análisis de las posibles vías de contaminación, y diseño de soluciones para evitar la contaminación.

La mejor propuesta para la operación provisional para conformarse con los Estándares de DuPont CP hasta que las negociaciones para la compra del sitio se terminen es la operación "no simultánea" como está definido en las páginas No. 3-69 a 3-70 del Manual DuPont CP Standards (ver Anexos Operación No Simultanea Planta Palín, página 45).

Palín tiene normalmente un personal de 14 empleados que operan en un grupo. Sólo entre marzo y abril ellos tienen a 10-14 personas adicionales para crear 2 grupos y permitir empaque simultaneo de polvos y líquidos. Palín no empaca insecticida líquido al mismo tiempo que cualquier herbicida. La demanda para los varios productos sostiene esto: 2,4-D es más solicitado entre abril y junio, con un poco el resto del año; los insecticidas líquidos están entre julio y diciembre más solicitados con un poco entre enero y mayo; reempaque de polvos está entre marzo y abril.

A. La implementación de la operación no simultánea planteada abajo debe de ser aplicada antes que cualquier Lannate, Vydate, o de Curzate M sean reenvasados.

Operación no simultánea:

En la discusión de abajo, los planes acordados para Palín se escriben en cursivas.

Triwest hará los cambios siguientes en las instalaciones:

El proyecto actual para conectar el tubo de descarga del 2,4-D técnico, a la columna de lavado para proporcionar mejor ventilación y reducir polvo se completará.

Los cambios del equipo portátil se harán como están descritos en el punto quinto abajo.

La pared parcial que existe entre las porciones de herbicidas e insecticidas del edificio se extenderá para hacer una pared sólida completa entre las dos áreas, teniendo como resultado un nivel 2 de separación entre las áreas (ver Anexos Operación No Simultanea Planta Palín, página 45).

Las páginas No. 3-69 a 3-70 del Manual de CP resumen los requisitos siguientes para la operación no simultanea:

La unidad que está cerrada deberá reunir estas condiciones:

a. Superficies del equipo y el edificio se limpiarán en el momento del cierre y otra vez antes de una campaña nueva. La línea de insecticidas líquidos se envolverá en el plástico al final de la campaña y antes que cualquier herbicida sea empacado. Cuando es tiempo de envasar insecticidas, el piso de la línea de insecticidas se lavará y el plástico que cubre la línea se quitará y será tirado.

b. La energía eléctrica a todo equipo (inclusive la ventilación del proceso) será desconectada. El equipo del 2,4-D y Atrazina serán desconectados en paneles de control durante las campañas de insecticidas líquidos.

c. Acceso al equipo estará cerrado a personal de operación y mantenimiento. El equipo de 2,4-D y Atrazina será encerrado y etiquetado con signos para prevenir que la gente entre a esta área.

d. Sólo el equipo que no tiene contacto directo con los herbicidas (por ejemplo, los motores, los instrumentos) recibirá mantenimiento. Esto se adherirá.

e. El equipo portátil se asegurará. El equipo portátil, tal como pesas, etiquetadora, etc., que se usan con el 2,4-D o Atrazina será dejado dentro del área determinada para los herbicidas y no usado durante las campañas de insecticidas. Las siguientes prácticas para el equipo portátil se cambiarán para manejar esto:

1) Triwest usará la selladora de inducción más grande para insecticidas y la manual para herbicidas y no se compartirán por ninguna razón.

2) Triwest usará la etiquetadora para insecticidas. La mayoría del 2,4-D y toda la Atrazina están en bolsas o botellas preimpresas o tambores de 200 litros. Sólo una cantidad pequeña (<10%) necesita etiquetado y esto se hará a mano.

3) Triwest conseguirá otra báscula para que se usen siempre básculas separadas.

4) Triwest tiene un sólo montacargas, y no es aceptable compartir este aunque sea limpiado cada vez que se haga cambio de campaña. Triwest investigará la posibilidad de alquilar otro. Si esto no es posible, se necesitará más discusión en este punto.

f. Ingredientes y material de empaque se aislarán de la unidad operadora, dentro de otro edificio o una habitación asegurada. Los ingredientes y el material de empaque para los herbicidas se almacenarán sólo dentro de la porción de herbicidas del edificio.

g. No habrá entrega de bienes empacados, a menos que los bienes estén separados del área operadora por un nivel 2. Las materias de herbicidas se pueden entregar en la porción de herbicida del edificio una vez el nivel 2 de separación está en lugar.

h. No habrá descarga de isotanques (líquido o sólido). No aplica a Palín.

i. Las restricciones con respecto al acceso y la operación se anunciarán y serán visibles al personal. Esto se hará; vea el punto tercero arriba.

j. Si el cierre es de duración muy corta (menos de un día), la gente implicada debe bañarse y deber mudarse de ropa durante el cambio. Esto se hará.

B. Una vez las negociaciones para la compra del sitio de Palín se completan, Triwest tendrá tres opciones:

a. Mejorar la separación del sitio a un nivel 6 completo entre los insecticidas y los herbicidas (ver detalles abajo).

b. Mover la planta de insecticidas a otro sitio, tal como de vuelta a Planta Tecún Umán.

c. Importar el Lannate L y Vydate de los Estados Unidos envasados y listos para la venta. La decisión de cuál de éstos aplicar tiene que ser hecha dentro de un año de ahora (1 de abril del 2003) y aplicada inmediatamente después de eso.

La gente implicada debe hacer un análisis de riesgo de la situación específica para asegurar que cada factor esté cubierto. Este informe cubre el resultado de ese análisis de riesgo.

En plantas DuPont, las condiciones de operaciones no simultaneas se deben documentar en los procedimientos de la planta. En plantas de Contratistas y Socios que fabrican, el acuerdo y las condiciones para operación no simultanea deberán estar escritas entre las compañías. Este informe constituye el acuerdo entre DuPont y Triwest.

Revisiones administrativas frecuentes (por el personal de DuPont en la planta del Contratista) deben determinar que los controles se mantienen. Fernando García visitará Triwest otra vez cuando los elementos de éste acuerdo estén en el lugar.

Considere ingeniería creativa (por ejemplo, un sistema eléctrico que prevendría que haya corriente eléctrica en ambas áreas al mismo tiempo). Las medidas listadas por el equipo de revisión son tomadas como adecuadas.

Otros artículos para mejora:

Además de estos artículos descritos en el Manual de CP para operaciones no simultaneas, el equipo de revisión hizo las siguientes observaciones:

a. Todas las etiquetas de la planta y algunos repuestos son almacenados juntos (en el lado de herbicidas de la planta). Triwest almacenará

etiquetas y repuestos para insecticidas y fungicidas en un área separada en el lado de insecticidas del edificio.

b. El sitio tenía varios tambores de Mancozeb que habían sido enviados a Palín de Tecún Umán y se usan para todo tipo de desecho. En cada caso, son marcados para desecho, aunque la etiqueta del Mancozeb está aún presente. Esta práctica no se permite bajo los Estándares CP de DuPont. Los tambores de materias primas o ingredientes inertes pueden ser vueltos a emplear para deshacerse del desecho del mismo producto. Vea las páginas No. 3-77 a 3-78 del Manual de CP. Los tambores de Mancozeb no deben ser traídos a Palín por ninguna razón. Triwest cambiará esta práctica. Planta Tecún Umán cambiará también sus prácticas actuales de almacenamiento para eliminar el reemplazo de tambores de Mancozeb para desecho de otros productos que no sean relacionados al Mancozeb. Esto se capturó ya en el informe de la revisión de nuestra revisión externa en diciembre 2001.

c. La mayoría del Lannate es recibido en Guatemala formulado de los Estados Unidos. Algún Lannate L formulado en Tecún Umán, está en Palín. Esto acontece ocasionalmente en respuesta a necesidades de emergencia en Centroamérica. Este Lannate se empacó en parte en tambores plásticos azules, nuevos y en parte en verdes reciclados. No está claro si estos tambores aprueban los códigos de embarque de la ONU para materias de clase I, y claramente no están dentro de los Estándares de CP de empaque de Lannate L en tambores previamente usados para cualquier otra materia. El equipo de visita concuerda con Triwest que estas campañas ocasionales de formulación en Tecún Umán deben ser paradas y todo material de Estados Unidos sea enviado a granel. Es muy difícil manejar estas campañas pequeñas dentro de la gerencia de DuPont y estándares de CP.

C. Cerrar las posibles vías de contaminación.

Para poner en efecto la obra civil del sistema de prevención de contaminación cruzada entre los productos manipulados por la empresa, se llegó a la conclusión que había tres opciones que debían ser consideradas, contratar a una empresa de muros prefabricados de COVITEC y pedir que ellos hicieran una rampa en el lado de herbicidas, la segunda, contratar a un maestro de obras y un grupo de albañiles para que se construyera una pared de block y que fuesen ellos los que demolieran el concreto de la rampa y construyeran la rampa nueva y por último contratar los servicios de un grupo de ingenieros civiles para que levantaran una pared de tablayeso e hicieran la rampa.

El muro prefabricado de COVITEC tiene la ventaja que es una pared rígida, con estructura de hierro y recubrimiento de concreto, y de rápida instalación, su desventaja es el costo. Debido a que en el proyecto se necesita tener suma consideración de los costos, ésta deja de ser una opción viable, pues asciende en su valor a más del 40% de la segunda opción, pared de block de concreto. Esta segunda opción, es la más barata de todas, también es muy conveniente su rigidez como separador, debido a que resistiría golpes con el montacargas y otro equipo pesado de la planta, la inconveniente de esta opción es el tiempo de instalación. Como se explicó al principio de este trabajo, las dos consideraciones que se deben tomar en cuenta son: bajo presupuesto y rápida instalación. La pared de block, aunque de menor precio, su tiempo de instalación es el doble de las otras dos opciones. También se debe tener en consideración, que implica más personal contratado, exige mayor control de seguridad (tanto seguridad industrial como control del personal) por un periodo más extenso. Finalmente llegamos a la tercera opción, muro de tablayeso. Ésta es la opción que se consideró la más apropiada. Tiene un costo intermedio, aproximadamente un 15% más alto que la construcción del muro con albañiles, pero se instala en la mitad del tiempo y esta un 20% debajo del muro de COVITEC con el mismo tiempo de instalación. También permite que se continúe el trabajo de la planta

(tomando ciertas medidas de precaución), ya que se hace con sólo dos empleados. Tiene la desventaja que no es tan resistente a los golpes como las otras opciones, pero se tratará de dejar la zona como zona de almacenaje, "protegida" por las estanterías de producto. Es por estas razones que se decidió hacer la obra con el muro de tablayeso

D. Hacer una nueva auditoría para asegurarse que no existan vías de contaminación posibles.

El siguiente es un reporte de DuPont USA (Jim Stovall), que constituye la segunda auditoría, para asegurar que se han tomado todas las precauciones para evitar la contaminación cruzada.

El sábado, 20 de abril, Fernando García, Ernesto Schoua, Alfonso Alejos, y Jim Stovall se reunieron por conferencia para revisar el progreso en las modificaciones a la planta de Palín, en la preparación para una campaña de Vydate que se planificó para comenzar 4/22. Las notas de la conferencia están dadas abajo y también una serie de fotos proporcionadas por Ernesto y Alfonso mostrando elementos clave en Palín.

La conclusión de la llamada es que las condiciones a corto plazo concordadas en marzo para correr insecticidas en Palín se han reunido, y la campaña del 4/22 se puede correr como planificado. Ésta es una campaña corta para proporcionar producto para Colombia. Los detalles de la discusión se dan abajo, y las copias de las fotos serán adelantadas a César y Miguel en una nota separada para reducir el volumen de correo electrónico.

El sistema a largo plazo permanece igual: Ernesto avisará a Fernando antes de campañas futuras de Vydate y Lannate; nosotros trabajaremos

colectivamente en el asunto de pruebas de trazas, y Triwest continúa buscando la compra del sitio de Palín (no hay progreso desde marzo). Como se concordó antes, la decisión de la compra del sitio de Palín debe ser concluida para el 1 de abril de 2,003. Mientras tanto, conduciremos actualizaciones trimestrales en la posición de Palín.

Si alguien tiene preguntas acerca de la información dada aquí, o la conclusión que alcanzamos, contacte a Fernando, Ernesto, o Jim.

Detalles:

a. La pared entre el área de insecticidas / fungicidas y los herbicidas se ha completado y sellado, creando una separación de nivel 2. Mostrado en tres fotos² (Fotografías No. 7, 14 y 15)

b. Se ha creado una zona de carga para herbicidas para que no se tenga mover herbicidas por el área de insecticidas. Mostrado en una foto. (Fotografía No. 6).

c. El proyecto para conectar el tubo de descarga del 2,4-D técnico, a la columna de lavado está en camino y será completado antes que se vuelva a formular herbicidas (tomará cerca de 10 días). Mostrado en una foto. (Fotografía No. 9).

d. Un área de almacenamiento de etiquetas y repuestos de insecticida (jaula) se construyó para sacar éstos del lado de herbicidas del edificio. Esta jaula está en el anaquel sobre la pared entre insecticidas y herbicidas. Mostrado en una foto. (Fotografía No. 8).

e. La llenadora de insecticidas se limpió y envolvió con plástico durante la campaña de herbicidas. El plástico será quitado y tirado para la campaña de Vydate. Este proceso se repetirá después de la campaña de Vydate. Mostrado en una foto. (Fotografía No. 12).

¹³ Ver apéndice al final de este trabajo para observar todas las fotos descritas en estos resultados.

f. El Vydate entra tanto en carrotanques (18,925 litros) como en tambores (200 litros). Hay una bomba dedicada para el carrotanque (sólo Vydate viene de ésta manera) y una bomba dedicada para cargar producto que viene en tambor (se comparte para todos los insecticidas). Acordamos que Palín enjugaría las bombas antes de las campañas futuras de Vydate y otros insecticidas.

g. Las cajas eléctricas de herbicidas (las batidoras, la báscula llenadora, y sistema de extracción) e insecticidas / fungicidas (llenadoras) pueden ser cerradas durante la campaña de los otros. Mostrado en una foto. (Fotografía No. 13).

h. Rótulos anuncian la restricción al personal cuando se está en campañas. Las puertas del personal se cierran para esa área que está parada. Mostrado en dos fotos. (Fotografías No. 10 y 11).

i. Palín alquila un montacargas para el área de insecticidas por 2-3 meses. Durante este tiempo ellos arreglaran un montacargas de Tecún Umán para el uso en insecticidas en Palín.

j. La etiquetadora estará en el área de herbicidas (esto es un cambio del acuerdo de marzo). Una engomadora de Tecún Umán y aplicación manual se usará en insecticidas; la mayoría de los envases son litografiadas.

k. Hay básculas separadas disponibles para insecticidas y herbicidas.

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez se advirtió, que existía la posibilidad de tener contaminación cruzada en Planta Palín, a la gente responsable de los productos de DuPont, se hizo una cita para hacer una auditoría de la planta para poder llevar a cabo el proyecto de prevención de contaminación cruzada en Planta Palín. El primer paso del proyecto fue el de entrenar al personal a cargo de Planta Palín, en las posibles vías de contaminación entre productos, las maneras de evitarla y las medidas de aseguramiento de calidad a seguir. Segundo, con el personal calificado de DuPont en la materia y el personal administrativo de Planta Palín, se hizo la auditoría para determinar cuán real era la amenaza de contaminación y la elaboración de un plan a seguir para asegurar que esta no se diera. Después de la auditoría se elaboró un reporte de la misma y los pasos a seguir. El tercer paso del proyecto fue poner en acción los pasos (cierre de las posibles vías de contaminación) y por último se hizo una nueva auditoría para asegurar que todos los pasos se hicieron correctamente y que la amenaza de contaminación cruzada ya no existía y la aprobación de DuPont para envasar sus productos en Planta Palín. Este último paso se haría por conferencias telefónicas, basado en fotos digitales, para evitar la pérdida de tiempo y recursos en una auditoría. La aprobación tomaría un tiempo considerado, ya que los expertos de DuPont exigirían diferentes fotos cada vez que surgieran nuevas dudas y éste es un proceso un tanto tardado.

Finalmente, después de 11 semanas de trabajo en el proyecto, éste se completó con la autorización de DuPont USA para envasar sus insecticidas líquidos en Planta Palín dado que ya no existía amenaza de contaminación de estos con herbicidas.

El curso de entrenamiento de PREVENCIÓN DE CONTAMINACIÓN CRUZADA para el personal administrativo de planta de Westrade Guatemala se

llevó a cabo en las instalaciones del Complejo Industrial de Tecún Umán, San Marcos. El mismo tuvo una duración de 4 días, y consistió inicialmente en una auditoría del complejo, para evaluar los posibles riesgos de contaminación cruzada, y posteriormente una autoevaluación de ambas plantas de producción (Planta Palín y Tecún Umán), en la cual se explicó el porqué de cada punto evaluado, las posibles soluciones a los problemas encontrados. En este curso, se encontró el gran problema que se había formado en Planta Palín, y se discutieron varias soluciones posibles, pero más importante, se fijó una fecha para la auditoría específica de contaminación cruzada de DuPont para Planta Palín.

La auditoría se llevó a cabo dos meses después del curso de prevención de contaminación cruzada, en las instalaciones de la planta. Participaron tres empleados de DuPont USA especializados en contaminación cruzada, la gerencia de producción de Westrade Guatemala y la gerencia de Planta Palín. Se inició por platicar de la situación actual de Planta Palín, los planes futuros de la empresa en la planta y los productos manejados y fabricados en la planta.

La situación actual de la planta es que se encuentra en un terreno arrendado, el cual se ha intentado comprar en repetidas ocasiones, con respuesta negativa por parte del dueño. Precisamente en el momento de la auditoría se habían empezado pláticas de nuevo para adquirir el terreno. Esto es de suma importancia que se sepa rápidamente, si se va a completar la compra, ya que no se puede hacer una fuerte inversión en un terreno que se puede perder en un año. Es por eso que el presupuesto con el que se cuenta es sumamente pequeño, y las soluciones deben ser sencillas para que no importe si se dejan en el caso que se deba desalojar la planta.

También se mencionó que la planta estaba en un período de expansión (por eso se desea adquirir el terreno permanentemente), razón por la que se instaló la nueva línea de insecticidas líquidos. También se ha calculado que la

planta seguirá su línea de expansión y que pronto se pueden agregar más procesos a la planta. Estos datos son de mucha importancia a la hora de buscar la solución al problema de contaminación entre productos.

Una vez se estableció la capacidad de la planta, sus objetivos futuros y los recursos con los que cuenta, se empezó la auditoría. Ésta se basó en un recorrido inicial por la planta, para notar el equipo con que contaba la planta. Luego de una explicación de los productos y el procedimiento de producción para obtenerlos (ya fuera éste un simple cambio de empaque o una formulación compleja), para que el grupo de expertos pudiera hacer un análisis más profundo y acertado de la situación en Planta Palín. Inmediatamente empezó la discusión sobre los posibles reparos para poder estar seguro que no existiría la contaminación cruzada.

Al terminar el recorrido de la planta, se determinó el nivel de separación necesario entre ambas galeras (insecticidas y herbicidas), cómo se llegaría a ese nivel de separación y qué tipo de inversión en equipo era necesaria para poder ser autorizada para el reenvasado de insecticidas líquidos. En las oficinas se hizo un recuento del recorrido por la planta, haciendo apuntes sobre los puntos importantes, para poder elaborar un reporte final sobre la situación y los pasos que se debían tomar para lograr la aprobación de DuPont. Fué en este punto, en el que se decidió que el nivel de separación, era uno en el que ambas plantas pudieran trabajar completamente independientes una de la otra, y que sólo pudiera operar una a la vez. El informe empezó con esta información.

Los puntos más importantes para lograr este nivel de separación, como se mencionó en los resultados, es la construcción de una pared divisoria entre ambas galeras, que no permitiera el paso del polvo del 2,4-D al lado de insecticidas. Se pensó en dejar una puerta de paso que estaría cerrada, para facilitar el paso entre ambas plantas, pero los expertos explicaron, que era ese

tráfico el que puede ser un factor que cause contaminación entre plantas, ya que si se facilitaba el paso, se incrementaría el tráfico, y ese tráfico es el portador de los contaminantes entre plantas. Discutiendo sobre éste tema, se noto el otro cambio grande que se debía hacer: construir una rampa para carga y descarga de herbicidas, para no tener que usar la de insecticidas.

El proyecto delineaba varias acciones menores, como la de construir una bodega de material de empaque y repuestos, exclusiva para insecticidas; rotular cada área y colgar advertencias que informaran que no se debe operar ambas plantas (insecticidas y herbicidas) al mismo tiempo, la limpieza necesaria antes y después de cada corrida, etc. También se debían cerrar los paneles eléctricos con candado, para que el personal no pudiese arrancar, sin autorización de la gerencia, ningún tipo de maquinaria en el área apagada.

Uno de los últimos puntos que toca el informe es que esta solución debe ser temporal. Dado el caso de urgencia que ambas compañías tenían que se empezara el envasado, y las condiciones bajo las que tenía el terreno Westrade Guatemala, se autorizó esta solución temporal, la cual debía ser reemplazada por la solución permanente en un termino no mayor a tres años.

El nivel de separación idóneo, y el que se debe respetar en la solución permanente, entre una planta que maneja herbicidas en polvo a granel, y una que envasa insecticidas líquidos de debe ser tal que no tengan comunicación entre si, es decir, se debe tener que salir a una vía pública para poder ir de una planta a la otra. Éste es segundo nivel de separación más riguroso que hay en el manual DuPont, ya que el más riguroso es en el que las plantas deben estar separadas por lo menos por 1.6 kilómetros (1 milla) de vía pública.

Ya que se había pedido de parte de DuPont USA lo que ellos considerarían un buen plan de prevención de contaminación cruzada, delineando

específicamente lo que ellos considerarían digno de su aprobación para el comienzo de reenvasado, se empezó a plantear las maneras de alcanzar los requerimientos. Se empezó pensando en qué empresas podrían prestar sus servicios, y se llegó a dos posibles escenarios. El primero era el de contratar a un maestro de obras, que efectuó algunas construcciones pequeñas para la empresa en la planta de Tecún Umán, para que contratara albañiles y erigiera la pared y cavara la rampa de herbicidas. El segundo era contratar a una empresa dedicada a hacer muros de COVITEC, y pedir que fuesen ellos los que hicieran la rampa también. El muro COVITEC es un muro que consta de un pliego de duroport encerrado por una malla de hierro, revestido de concreto. Este tipo de muro es sumamente resistente a los golpes. Se evaluaron ambas opciones y se llegó a las siguientes conclusiones: El muro hecho de block por albañiles tenía un precio bajo, pero su tiempo de construcción sobrepasaba el deseado por la empresa para el proyecto entero, y el muro de COVITEC era de extremada rapidez, pero su precio era cerca de 40% más alto que la pared de block; se decidió buscar una tercera opción, una que fuese un buen balance entre tiempo y costo.

Consultando con personas que trabajan en construcción, se determinó que la solución que se buscaba era levantar una pared divisoria de tablayeso, la cual tiene un tiempo de instalación corto y un precio por debajo del muro de COVITEC. Además se hizo contacto con una empresa de ingenieros civiles, los cuales se ofrecieron para levantar la pared de tablayeso y hacer la rampa. El tiempo de excavación para la rampa sería de un día, ya que ellos contaban con tractores equipados especialmente para hacer ese tipo de trabajo. El costo total de la obra era un 15% arriba del costo de contratar a un maestro de obras, pero este costo tenía garantía y el tiempo de construcción era menos que la mitad.

Se aprovechó el hecho que se debía bajar el ritmo de producción, además que no se podía trabajar ciertos productos, durante la instalación de la pared

divisoria, para poner en regla la planta, siguiendo los lineamientos establecidos en el reporte del grupo de auditoría. Se mandaron a hacer varios letreros que advertían sobre las nuevas reglas establecidas, se instalaron candados en las cajas eléctricas, se construyó una bodega improvisada para material de empaque y repuestos exclusivamente para insecticidas. También se practicó el método a usar para el lavado de la maquinaria, antes y después de cada corrida. En total se debió mantener la planta en un período de adaptación a las prácticas DuPont, por más de un mes, hasta que se cubrió el más pequeño detalle que se enmarcara en el reporte inicial.

Cuando se hizo una auditoría interna de la planta, para asegurarse que todo se hubiese cumplido según el reporte elaborado anteriormente, se constató que la planta estaba lista para ser auditada de nuevo por la gente de DuPont. Como se había convenido en la primera auditoría, la auditoría de aprobación se haría por vía telefónica apoyándose en fotografías tomadas por Planta Palín. Se anticipó que esta segunda auditoría tomaría más tiempo que la primera, ya que surgirían nuevas dudas al respecto de las soluciones empleadas por el equipo Westrade, las cuales requerirían la toma de nuevas fotografías, y nueva conferencia telefónica. Se estimó que todo se podría hacer en una semana.

Para empezar se tomaron fotografías de todos los trabajos realizados, algunos inclusive durante su instalación, con la idea de que se lograra la certificación de una sola conferencia. En total se enviaron 17 fotografías considerando que era suficiente información para lograr el objetivo. En la conferencia se reunieron los responsables de la prevención de contaminación cruzada en Planta Palín, y los expertos en contaminación cruzada de DuPont.

La conferencia duró aproximadamente una hora, en lo que se discutía cada una de las soluciones practicadas por Westrade, y surgían nuevas dudas y éstas eran explicadas por el equipo Westrade. Se empezó por analizar la pared

divisoria, constatando que sí era una barrera efectiva contra el paso de contaminantes. Además había cierta preocupación sobre los bordes de la pared, ya que éstos debían proporcionar igualmente una barrera completa para los polvos del 2,4-D. Estos bordes se cubrieron completamente con el yeso de la pared (el recubrimiento). Aparte de este problema, también había tubería que pasaba de un lado de la planta al otro, por el lado interno. Esto ocasionó un poco de escepticismo en la gente de DuPont, ya que pidieron que hasta el más pequeño agujero debía ser cubierto. Esto se hizo y se envió una fotografía del trabajo.

Igualmente, se enviaron fotografías de la nueva rampa de herbicidas, la nueva rotulación dentro y fuera de la planta, la bodega improvisada de insecticidas, las cajas eléctricas con candados, los trabajos realizados en el área de 2,4-D para disminuir la emisión de polvos al ambiente y la llenadora cubierta de plástico. Se analizó en detalle cada una de las fotografías y se discutió si era una solución al problema. Con cada fotografía se hacía una explicación de exactamente qué era lo que se veía, cuál era su ambiente y su función. Cuando fue necesario, se hacía preguntas por la parte de DuPont, sobre su funcionamiento, y se elaboraba la explicación. En algunas fotografías hacía falta detalle, así que hubo que hacer una explicación de qué era exactamente lo que se veía.

Después de la hora de conferencia, se llegó a la conclusión por parte de DuPont USA que la planta estaba a nivel de los estándares deseados, y se permitió el reenvasado de sus insecticidas líquidos en Planta Palín. Quedó pendiente la aprobación por la última persona que no participó en la conferencia, y si de él había preguntas. No hubo preguntas de su parte, y se envió un reporte de los avances y la nueva certificación de DuPont para que Planta Palín pudiera trabajar sus productos.

El reenvasado de insecticidas líquidos de DuPont en Planta Palín se empezó el lunes 26 de abril de 2002.

IX. CONCLUSIONES

A. Debido a que el terreno en el que se encuentra Planta Palín es arrendado, se debe buscar soluciones que no requieran de inversiones altas o fijas. Se está negociando la compra del terreno, pero no hay nada certero sobre ésta.

B. El nivel de separación que se estableció entre ambas galeras (plantas de reenvasado de herbicidas e insecticidas líquidos) es que se debe salir al jardín de la planta, para poder entrar en la segunda. También se requiere que no se transporte materia prima de herbicidas dentro de la galera de insecticidas y viceversa.

C. Para lograr el nivel de separación deseado, se tuvo que hacer varios cambios en la planta. Estos incluyen: levantar una pared de separación entre las galeras (hecha de tablayeso), construir una nueva rampa para descarga de materias primas y productos terminados en el lado de herbicidas, construcción de una bodega de material de empaque y repuestos, específica para insecticidas. También se debió rotular la planta para disminuir la ignorancia de los trabajadores, en cuanto a la contaminación cruzada, y cerrar con candado todas las cajas eléctricas. Se alquiló un segundo montacargas para usarse solo en el lado de insecticidas, el cual será reemplazado por otro que se está arreglando en Tecún Umán.

D. Otros cambios que también se implementaron a nivel de procedimientos son: no se debe operar el lado de insecticidas al mismo tiempo que el de herbicidas, la llenadora de insecticidas debe estar cubierta con plástico mientras se trabaja con herbicidas (aunque estos estén en la otra galera), y la llenadora de insecticidas debe ser limpiada antes y después de cada corrida.

E. Se logró la certificación de DuPont USA para el reenvasado de sus insecticidas líquidos en Planta Palín.

X. RECOMENDACIONES

A. Buscar un terreno propio de la empresa Westrade Guatemala, para poder resolver de una manera permanente el problema de contaminación cruzada. Este terreno puede ser tanto en el que se encuentra presentemente o uno que se adquiriera ahora.

B. Planear de mejor manera el cambio de maquinaria de una planta a la otra, ya que debido a estos cambios, se creó el problema que se solucionó en este trabajo.

C. Llegar al nivel de separación ideal (descrito en la discusión), para evitar completamente la contaminación cruzada (ver Anexos Nivel de separación ideal Planta Palín, página 46).

D. Hacer auditorías con el personal DuPont cada 6 meses, para asegurar que se estén cumpliendo los lineamientos establecidos anteriormente.

E. Implementar un programa de análisis de trazas de contaminantes, para tener aún más un aseguramiento de la calidad de los productos de la planta. Este programa debe incluir métodos de análisis de los productos, para verificar que no existan niveles peligrosos de contaminantes en los productos elaborados en Planta Palín. Otra parte de éste programa debe ser la forma de la toma de muestras, ya que se debe tener muestras del principio de la corrida del medio y del final, para asegurar que exista una buena documentación de la prevención de la contaminación.

F. Una posible solución al problema de la contaminación cruzada que pueden sufrir estos insecticidas es sellar las líneas de llenado y pesaje. Ésta

observación fue hecha por el Ing.Gamaliel Zambrano durante la presentación de tesis.

XI. GLOSARIO

- A. Según sus siglas en inglés (Food and Agricultural Organization) es la organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas
- B. La quitina es una proteína de la cual esta compuesta el exoesqueleto de los insectos
- C. GABA, es el nombre común usado en la industria agrícola del ácido γ -amino butírico $\text{NH}_2\text{-(CH}_2\text{)}_3\text{-COOH}$
- D. AMP, por sus siglas en inglés Adenosine MonoPhosphate
- E. Es la inhabilidad de coordinar movimientos musculares
- F. Fitotoxicidad es toxicidad en plantas
- G. La EPA, por sus siglas en inglés Environmental Protection Agency, es la Agencia de Protección Ambiental. Es la encargada de regular el uso de pesticidas en Estados Unidos
- H. DACS es el departamento de Agricultura y servicios al Consumidor del estado de Florida según sus siglas en inglés, Department of Agriculture and Consumer Services
- I. Triwest es la empresa de Westrade que sostiene sociedad con DuPont. Es esta la que maquila productos para DuPont USA.
- J. Lannate y Vydate son insecticidas líquidos de E.I. DuPont Nemours
- K. FSI es el Índice de Separación de Instalaciones por sus siglas en inglés (Facility Separation Index)
- L. DuPont CP Standards: Estándares de Prevención de Contaminación de DuPont (CP: Prevención de Contaminación por sus siglas en inglés (Contamination Prevention)
- M. Ver apéndice al final de este trabajo para observar todas las fotos descritas en estos resultados.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- A. Alliende, F. 1996. *Manual para el manejo de los residuos industriales*. Santiago de Chile, CONAMA. 179 págs.
- B. Barolo, D. 1996. *Pesticide Registration Notice 96-8: Toxicologically Significant Levels of Pesticide Active Ingredients*. Environmental Protection Agency, USA. 7 págs.
- C. Cremlyn, R. 1980. *Pesticides preparation and mode of action*. Toronto, John Wiley & Sons, Ltd. 240 págs.
- D. Datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala (MAGA).
- E. Julien, D. 1998. *How do Insecticides Work?* Washington, Northwest Rosarian. 153 págs.
- F. Kidd, H. y James, D. R. Eds. *The Agrochemicals Handbook*. Tercera Edición. Royal Society of Chemistry Information Services, UK, 1991.
- G. University of Rhode Island Landscape Horticulture Program. *How herbicides work*.

XIII. ANEXOS

Ilustraciones de Planta Palín antes de los cambios realizados para la certificación.

1) Vista frontal de Planta Palín.



2) Vista trasera de Planta Palín.



3) Vista desde la parte frontal de la planta.



4) Vista interna de la unión entre el lado de insecticidas y el de herbicidas.



5) Rampa de acceso principal a la planta



Ilustraciones de los cambios realizados a la planta.

6) Nueva rampa de descarga para herbicidas.



7) Pared construida entre galeras.



- 8) Bodega exclusiva para insecticidas. 9) Haciendo cambios en los reactores de Herbicidas.**



- 10) Nueva rotulación dentro de la planta.**



- 11) Nueva rotulación fuera de la planta.**



AREA DE
HERBICIDAS
NO OPERAR SIMULTANEAMENTE
CON EL AREA DE
INSECTICIDAS / FUNGICIDAS

12) Llenadora de insecticidas líquidos envuelta en plástico.

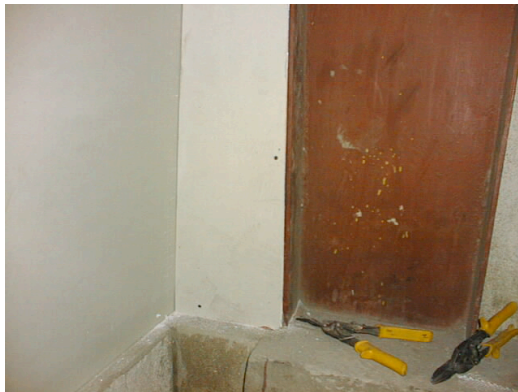


13) Candado en caja eléctrica.



Algunas de las fotografías enviadas a DuPont USA para la auditoria final.

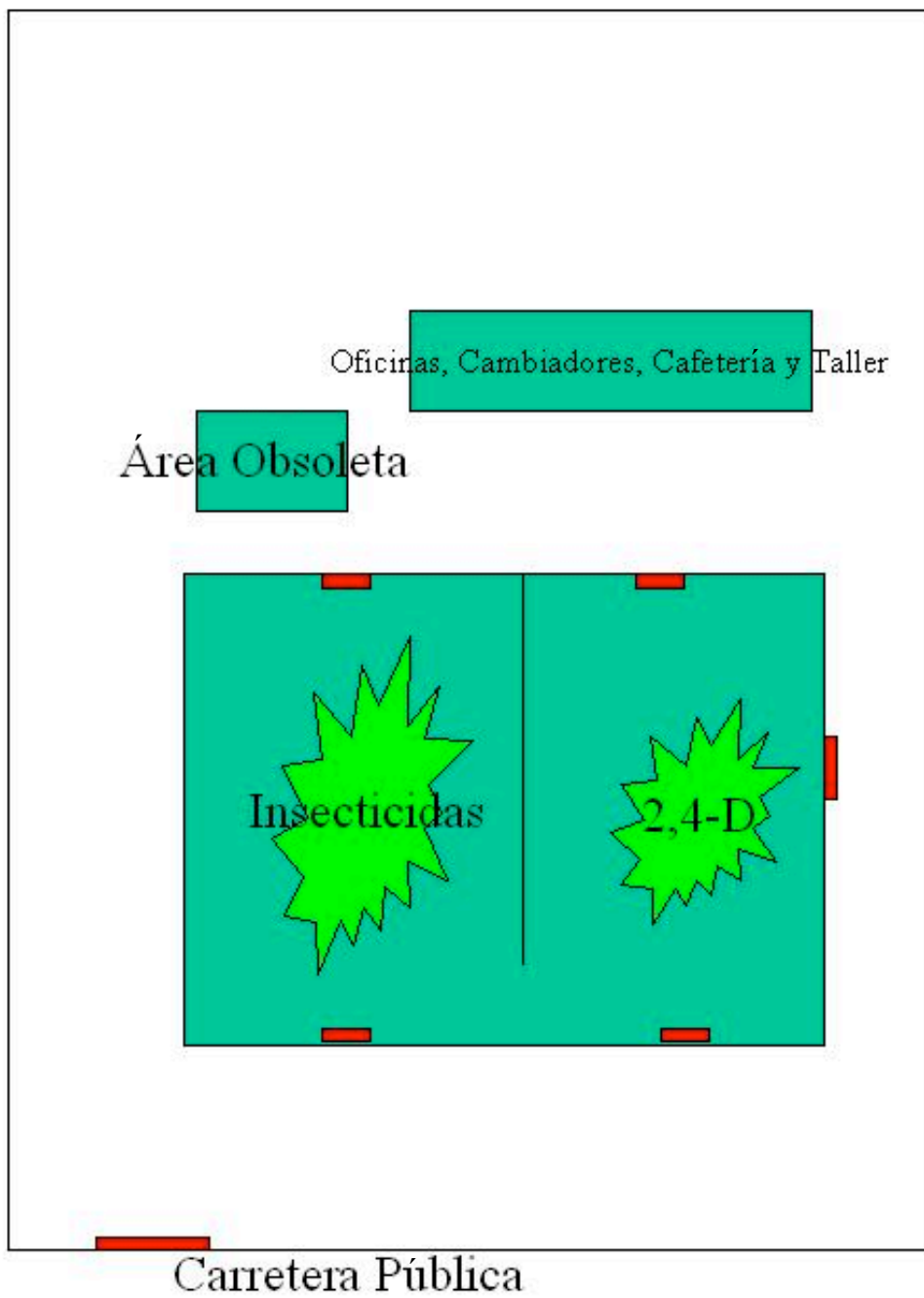
14) Sisa entre viga y tablayeso.



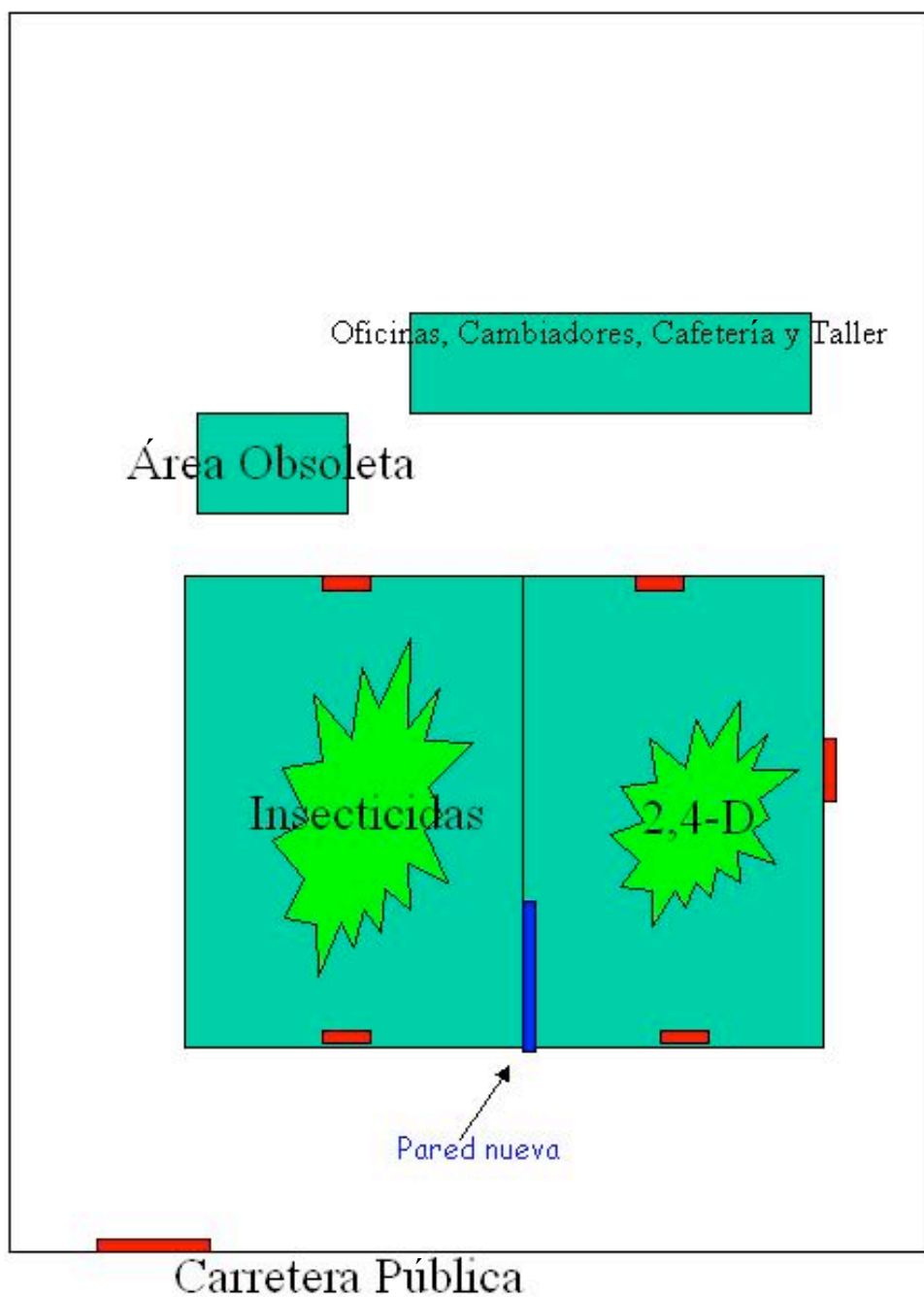
15) Sello alrededor de la tubería en la pared.



Planta Palín (Original)



Operación no simultánea Planta Palín



Nivel de separación ideal Planta Palín

