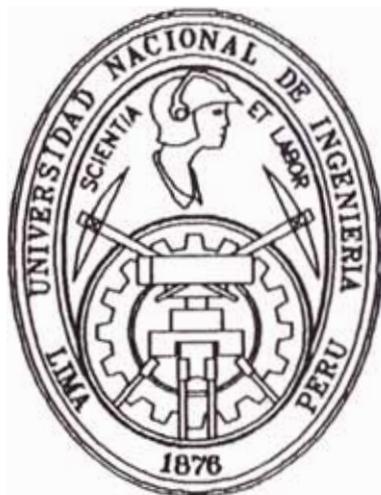


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y
MANUFACTURERA**



**FORMULACION DE UN INSECTICIDA GRANULADO
A NIVEL PLANTA PILOTO**

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO QUIMICO

TINEO CORDOVA FREDDY CIRO

LIMA - PERU

1995

INDICE

| | Pág. |
|---|------|
| I. GENERALIDADES | |
| 1.1 Concepto de plaguicidas. | 1 |
| 1.2 Clasificación de plaguicidas. | 1 |
| 1.3 Fases históricas en el desarrollo de plaguicidas. | 2 |
| 1.4 Clasificación de los insecticidas. | 3 |
| 1.4.1 Insecticidas minerales o inorgánicos. | 3 |
| 1.4.2 Insecticidas orgánicos de origen vegetal. | 4 |
| 1.4.3 Insecticidas orgánicos sintéticos. | 4 |
| 1.5 Cualidades exigibles a un insecticida. | 5 |
| 1.6 Formas de presentación de un insecticida. | 8 |
| 1.6.1 Polvos secos para espolvoreo. | 8 |
| 1.6.2 Polvos humectables. | 8 |
| 1.6.3 Los granulados. | 8 |
| 1.6.4 Los líquidos emulsionables. | 8 |
| 1.6.5 Los líquidos para diluir. | 9 |
| 1.6.6 Los líquidos propelentes. | 9 |
| 1.6.7 Los fumigantes. | 9 |
| 1.6.8 Los termosublimables. | 9 |
| II. INSECTICIDAS GRANULADOS | |
| 2.1 Ingrediente activo. | 10 |
| 2.2 Propiedades de los inertes. | 10 |
| 2.2.1 Capacidad de absorción. | 10 |
| 2.2.2 Tamaño de las partículas. | 11 |
| 2.2.3 Desintegración en agua. | 11 |
| 2,2.4 Fluidez. | 12 |
| 2.2.5 Compatibilidad con el insecticida. | 12 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.3 | Técnicas de impregnación del ingrediente activo sobre el inerte. | 12 |
| 2.3.1 | Impregnación directa. | 12 |
| 2.3.2 | Impregnación de una suspensión. | 17 |
| 2.3.3 | Impregnación con un ligante. | 18 |
| 2.3.4 | El método del post-secado. | 22 |
| 2.3.5 | El método de evaporación al vacío. | 24 |

III. EL CARBOFURAN COMO INGREDIENTE ACTIVO

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1 | Propiedades físico - químico. | 31 |
| 3.2 | Toxicología para el hombre. | 32 |
| 3.2.1 | Definiciones previas. | 32 |
| 3.2.2 | Toxicología del carbofuran. | 33 |
| 3.3 | Control de calidad. | 35 |
| 3.3.1 | El método de espectrofotometría infrarroja. | 35 |
| 3.3.2 | El método de cromatografía de gases. | 38 |

IV. FASE EXPERIMENTAL

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Estudio de los posibles inertes granulares. | 40 |
| 4.2 | Selección del inerte. | 47 |
| 4.3 | Selección del tamaño del inerte. | 47 |
| 4.4 | Selección del método de impregnación. | 49 |
| 4.5 | Selección del adhesivo. | 51 |
| 4.6 | Dosificación del adhesivo. | 54 |
| 4.7 | Ensayo experimental para determinar la curva de secado. | 62 |
| 4.8 | Propuesta de un ensayo a nivel planta piloto. | 66 |
| 4.8.1 | Equipos probados y su descripción. | 66 |
| 4.8.2 | Equipos a diseñar. | 69 |
| 4.8.3 | Diagrama de flujo propuesto. | 69 |
| 4.9 | Balance de materia. | 74 |

| | | |
|-------|---|-----|
| V. | DISEÑO DE EQUIPOS | |
| 5.1 | Diseño del secador rotatorio. | 77 |
| 5.2 | Diseño del ciclón separador de polvos. | 78 |
| 5.3 | Diseño de una torre empacada. | 80 |
| VI. | ESTUDIO DE MERCADO | |
| 6.1 | Introducción. | 82 |
| 6.2 | Estudio de la demanda. | 82 |
| 6.2.1 | Análisis de la demanda histórica Nacional. | 82 |
| 6.2.2 | Proyección de la demanda Nacional. | 84 |
| 6.3 | Beneficio del uso del carbofuran 5% G comparado con el carbofuran 75% PM. | 91 |
| VII. | HIGIENE INDUSTRIAL | |
| 7.1 | Precauciones generales de higiene industrial. | 98 |
| 7.2 | Precauciones en el manejo de los equipos de planta. | 100 |
| VIII. | IMPACTO AMBIENTAL | |
| 8.1 | Repercusión económica de las plagas en la agricultura. | 102 |
| 8.2 | Desequilibrio ecológico. | 103 |
| 8.3 | Efecto residual del insecticida en los alimentos. | 105 |
| IX. | CONCLUSION | 107 |
| X. | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 110 |
| XI. | APENDICE | 114 |

INTRODUCCION

No hay lugar en el país, donde el agricultor deje de resaltar los daños que ocasiona a sus cultivos, y las dificultades que afronta para combatir las diferentes plagas existentes. Puede decirse que los esfuerzos por incrementar la producción agrícola, utilizando variedades más productivas y mejores prácticas de cultivo, fertilización, riego, etc., con frecuencia se ven frustrados por la presencia de las plagas. Bengolea (3).

Ante esta situación, el objetivo principal de este tema es lograr formular un insecticida granulado empleando como portador del ingrediente activo el carbofuran 75% PM, incursionando de esta manera al campo de los agroquímicos.

Actualmente el carbofuran 75% PM se comercializa como un polvo mojable. A esta concentración el producto es altamente tóxico, teniendo en consideración que el agricultor emplea este producto añadiendo en cucharadas a la mochila, repitiéndose esta operación reiteradas veces, exponiendo el producto a la acción del viento y por tanto respirando el polvo fino, produciendo severas intoxicaciones y algunas veces hasta la muerte.

Todos estos antecedentes influyen negativamente en el uso del carbofuran 75% PM, por ello propongo el empleo de este mismo producto pero en forma granulada al 5% de concentración del ingrediente activo, además el producto

en forma granulada es fácilmente manejable e incluso se aprovecha la fluidez de los gránulos para que la aplicación sea directa al surco, reduciendo considerablemente el riesgo de intoxicación.

El carbofuran 75% PM posee bondades especiales porque éste actúa como insecticida, acaricida, nematocida y además es sistémico. Todas estas propiedades se mantienen inalterables bajo su presentación en forma granulada.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 CONCEPTO DE PLAGUICIDAS.

Denominamos plaguicidas a sustancias químicas tóxicas que sirven para combatir los parásitos de los cultivos, del ganado, de los animales domésticos, del hombre y su ambiente.

1.2 CLASIFICACION DE PLAGUICIDAS.

Los plaguicidas pueden clasificarse en : insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas y rodenticidas; también hemos de considerar los atrayentes, repelentes y esterilizantes de insectos. Primo (18).

- a) Los insecticidas son productos químicos con toxicidad para los insectos.
- b) Los acaricidas eliminan a los arácnidos.
- c) Los fungicidas combaten los hongos.
- d) Los herbicidas atacan a las hierbas indeseables.
- e) Los rodenticidas causan la muerte de los ratones y otros roedores.
- f) Los atrayentes y los repelentes de insectos coadyuvan a su destrucción por medio de estas acciones.
- g) Los esterilizantes son compuestos químicos que in

terfieren en el mecanismo de reproducción de los insectos.

1.3 FASES HISTORICAS EN EL DESARROLLO DE PLAGUICIDAS.

Primo (18) y Kent (9) afirman que el uso de plaguicidas se remonta a principios del siglo pasado y se pueden distinguir claramente tres fases en su desarrollo histórico.

La primera fase, marca el descubrimiento accidental de algunos compuestos como el azufre, los arseniados, el sulfato de cobre, es decir los primeros insecticidas eran inorgánicos, con color y apariencia desagradable. Hacia la mitad del siglo XIX, se conocían insecticidas como : arseniato de plomo $PbHAsO_4$, el arseniato de calcio $Ca_3(AsO_4)_2$, el verde de París $3Cu(AsO_2)_2 \cdot Cu(CH_3CO_2)_2$, el caldo de Bordeaux que es una mezcla de $CuSO_4 + Ca(OH)_2$. Es una época de avances lentos.

La segunda fase, presenta un desarrollo más rápido y tiene su punto de partida en 1922, año que en Holanda se incorpora el uso de los aceites provenientes del petróleo como insecticida. Durante este período también se descubre la acción insecticida del pelitre y la rotenona.

La tercera fase, se inicia con el descubrimiento de las propiedades insecticidas del DDT, realizado por Müller en 1940; después de ella se producen con rapidez los descubrimientos de nuevos plaguicidas y se desarrollan las bases científicas de investigaciones posteriores. El dicloro difenil tricloroetano (DDT) había sido sintetizado y descrito químicamente a finales del siglo pasado, pero sus propiedades insecticidas no eran todavía conocidas. El primer éxito del DDT fue su gran efectividad contra los piojos, transmisores del tifus exantemático que ata

caban a los soldados en los campos de batalla de Italia durante la segunda guerra mundial. Tras el descubrimiento de la acción insecticida del DDT en Suiza, se descubrió simultáneamente en Francia e Inglaterra el HCH (Hexacloro ciclo hexano); algunos años después el alemán Gerhard Schrader sintetizaba en Alemania los primeros insecticidas órgano-fosforados y se descubría su acción sistémica. En 1957 se descubre los primeros insecticidas carbamatos entre los cuales se dió a conocer el sevin (N-metil carbamato de α -naftilo), producto de gran actividad insecticida; el éxito obtenido en las aplicaciones agrícolas hizo pensar en el interés que podrían presentar otros productos de esta familia descubriéndose por la década de los 80 otros como el pirimicarb, el benfuracarb y el carbofuran, este último de gran importancia por poseer propiedades de ser insecticida, acaricida, nematocida y sistémico.

1.4 CLASIFICACION DE LOS INSECTICIDAS.

La clasificación puede efectuarse en base a varios criterios. Los principales criterios de clasificación son : según la vía de ingreso del insecticida al cuerpo del insecto; según su capacidad de penetrar y translocarse en la planta; según su efectividad particular contra las plagas y para el objetivo del presente trabajo según el origen y naturaleza química del producto. Cisneros (6).

Según el origen y naturaleza química se tiene :

1.4.1 Insecticidas Minerales ó Inorgánicas.

Son sales inorgánicas tóxicas que contienen generalmente arsénico o flúor, aunque también hay productos a base de bario, cobre, mer

curio, antimonio, selenio, azufre, talio, zinc o con formas elementales de fósforo o azufre. En general son sustancias muy estables y actúan principalmente por ingestión. De los muchos productos de este grupo, los más importantes son los arseniacales (arseniato de plomo y arseniato de calcio), el compuesto fluorado y el azufre elemental (que actúa por contacto).

1.4.2 Insecticidas Orgánicos de Origen Vegetal.

Son sustancias tóxicas extraídas de plantas que incluyen alcaloides. En general son compuestos que se descomponen fácilmente, algunos poco tóxicos para el hombre. Ejemplos : la nicotina, las piretrinas, la rotenona entre otros.

1.4.3 Insecticidas Orgánicos Sintéticos.

Son grupos muy heterogéneos de compuestos orgánicos con características físicas, químicas y toxicológicas muy variables. Los múltiples insecticidas orgánicos pueden agruparse por sus características químicas de la siguiente manera :

Insecticidas Nitrofenoles : Dnoc, Dinoseb.

Insecticidas Clorados : DDT, HCH.

Insecticidas Fosforados : Paratión, dipterex.

Insecticidas Carbamatos : Sevin, temik, carbofuran.

Insecticidas Sulfonados : Tediión, genite.

Insecticidas Isocianatos : Vapan, isocianato de metilo.

Insecticidas Misceláneos .

De acuerdo a esta clasificación observamos

que el carbofuran pertenece al grupo de insecticidas orgánicos sintéticos de la familia de carbamatos.

En la tabla 1.1 se muestra las estructuras químicas de algunos insecticidas. Primo (18) , Kent (9) y Morrison (12).

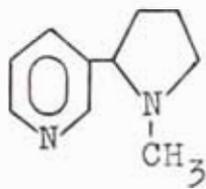
1.5 CUALIDADES EXIGIBLES A UN INSECTICIDA.

- Según Primo (18) para que un insecticida alcance un uso amplio en la práctica agrícola debe tener determinadas condiciones básicas, entre las que pueden destacarse como más importantes las siguientes :
- a) Efectividad : El insecticida debe ser eficaz en la destrucción de la plaga contra la cual se aplica.
 - b) Selectividad : El insecticida debe destruir únicamente a los insectos dañinos, sin perjudicar a la flora o fauna beneficiosa.
 - c) Economía : El uso del insecticida tiene que producir beneficios que superen el gasto que supone su utilización. Se considera económico cuando el costo del tratamiento representa hasta un 5% del valor de la cosecha.
 - d) Seguridad : El insecticida no debe ser fitotóxico, ni constituir un peligro para la salud del hombre o de los animales domésticos.
 - e) Posibilidad de formulación : El insecticida deberá ser compatible con alguno de los posibles soportes y diluyentes, dando lugar a formulaciones estables y efectivas.
 - f) Estabilidad : El insecticida debe conservar su capacidad de acción durante un tiempo prolongado.
 - g) Degradación : El insecticida luego de su aplicación a cultivos debe desaparecer por volatilidad, lavado, o degradarse por efecto de la luz, humedad

TABLA 1.1

Estructura molecular de algunos insecticidas

1. Insecticidas de origen vegetal

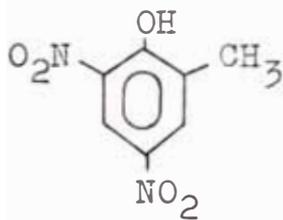


Nicotina



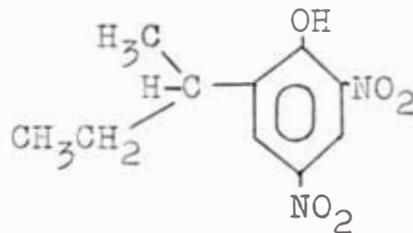
Rotenona

2. Insecticidas nitrofenoles



DNOC

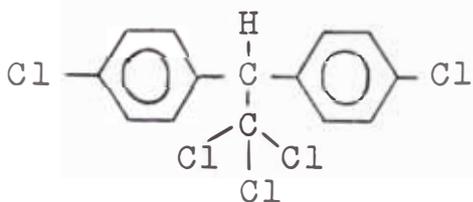
4,6-dinitro-2-metil
fenol.



DINOSEB

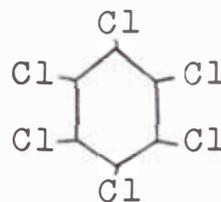
2,4-dinitro-6-secbutil
fenol.

3. Insecticidas clorados



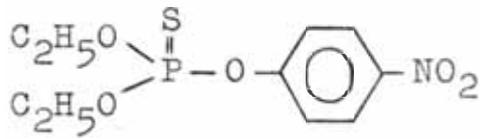
DDT

1,1-di-(clorofenil)-
2,2,2-tricloro etano.



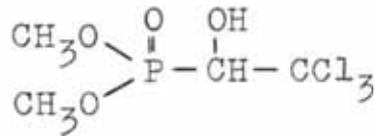
HCH

1,2,3,4,5,6-hexacloro
ciclohexano.

4. Insecticidas fosforados

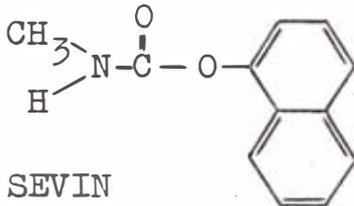
PARATION

Tiofosfato de O,O-dietilo y O,p-nitrofenilo.



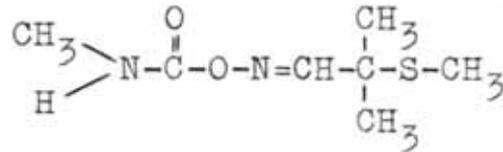
DIPTEREX

(1-hidroxi-2,2,2-tricloro) fosfonato de O,O-dimetilo

5. Insecticidas carbamatos

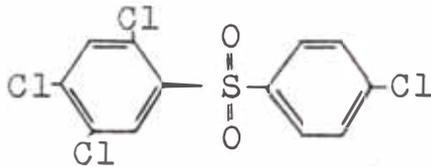
SEVIN

N-metil carbamato de α-naftilo.



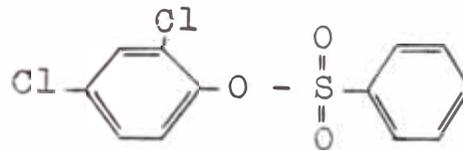
TEMIK

N-metilcarbamato de (2-metil-2-metiltio) propionaldoxima.

6. Insecticidas sulfonados

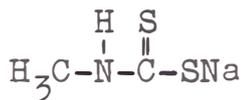
TEDION

p-clorofenil-2,4,5-tricloro fenil sulfona



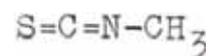
GENITE

bencen sulfonato de 2,4-diclorofenilo.

7. Insecticidas isocianatos

VAPAN

N-metil ditio carbamato sódico



Isocianato de metilo

dad, la actividad metabólica de las plantas.

1.6 FORMAS DE PRESENTACION DE UN INSECTICIDA.

Primo (18) considera que las diversas formas de aplicación de los insecticidas requieren distintos tipos de formulación, entre los más importantes tenemos :

1.6.1 Polvos secos para espolvoreo.

Son productos finamente divididos y generalmente están constituidos por un material inerte en polvo mezclado con el ingrediente activo del insecticida. La aplicación en el campo se realiza usando máquinas dotadas de un ventilador, ésta crea una corriente de aire arrastrando los polvos hasta las zonas de aplicación.

1.6.2 Polvos humectables.

Son productos finamente divididos que pasan la malla 325 (serie tyler), constituidos generalmente por el ingrediente activo, el material inerte y los agentes tensoactivos necesarios para asegurar la humectación y la suspensión. Para su aplicación, este insecticida se disuelve en agua y se asperja sobre los cultivos.

1.6.3 Los granulados.

Son productos formulados con inertes granulados de un tamaño que oscila entre 1 y 5 mm. El ingrediente activo es impregnado sobre el inerte. La aplicación en el campo es directa dirigiendo los granos hacia los surcos.

1.6.4 Los líquidos emulsionables.

Son productos que para su preparación se utilizan el ingrediente activo, un emulgente y

un disolvente adecuado. Para la aplicación en el campo este insecticida se disuelve en agua y se asperja sobre los cultivos.

1.6.5 Líquidos para diluir.

Son preparaciones líquidas en las que el ingrediente activo se encuentra disuelto generalmente en un solvente derivado del petróleo. La aplicación en el campo se efectúa tras una simple dilución con agua y luego se asperja sobre los cultivos.

1.6.6 Líquidos propelentes.

Aquí el ingrediente activo se encuentra disuelto en un gas como propano, dióxido de carbono, las cuales están contenidos en recipientes con una determinada presión, al abrir la válvula mediante un ligero esfuerzo manual la disolución sale impulsado en finísimas gotas en la que el líquido solvente se evapora, quedando una niebla del insecticida. Se emplean principalmente en aplicaciones domésticas y para espacios industriales.

1.6.7 Los fumigantes.

Son productos químicos que se caracterizan por actuar como insecticidas en forma gaseosa. Antes de su aplicación los fumigantes pueden encontrarse en forma sólida, líquida o gaseosa, pero para actuar deben volatilizarse previamente. Por ejemplo el naftaleno, el bromuro de metilo, la fosfina.

1.6.8 Los termosublimables.

Son productos químicos formados por un insecticida, un igneo (KNO_3), ambos impregnados en un soporte combustionable (aserrín, papel) con el fin de que el soporte arda sin llama continuamente, liberando un gas tóxico sólo para los insectos. Ejemplo el matamillón.

CAPITULO II

INSECTICIDAS GRANULADOS

2.1 INGREDIENTE ACTIVO.

Denominamos ingrediente activo al verdadero veneno de un plaguicida, la cual es fabricada por la industria química con un grado de pureza que varía entre el 80% y el 98%. Este producto, llamado técnicamente puro, no es apto casi en ningún caso para su empleo agrícola y debe acondicionarse antes en una "formulación". Primo (18).

2.2 PROPIEDADES DE LOS INERTES.

Wade (21) indica que las propiedades más importantes de los inertes granulados son :

2.2.1 Capacidad de absorción.

Generalmente los inertes deben poseer un elevado grado de absorción, de tal manera que el insecticida (líquido o en suspensión) al ser asperjado sobre los inertes pueden distribuirse homogéneamente y adsorberse sobre la superficie de las partículas. Existen excepciones en las cuales al inerte no se le exige un gran poder de absorción, sino más bien que és

ta sea un no absorbente; estos inertes son empleados cuando el ingrediente activo es un polvo que va a adherirse sobre el inerte con el empleo de un elemento ligante.

2.2.2 Tamaño de las partículas.

Los portadores granulados hoy en día se disponen en una gran variedad de rangos de tamaño, medidos en una malla tal como 8/16, 25/50 y otros. El primer número indica la malla con el agujero grande a través de la cual pasará la mayor parte del material, y el segundo número indica la malla con el agujero pequeño sobre la cual, la mayor parte del material será retenido.

En general los productos granulados gruesos disponibles en el mercado tal como 8/16 y 16/30 son usados para formular herbicidas. Los granulados con tamaños de 18/35 y 20/40 son usados ampliamente para formular insecticidas y nematocidas.

2.2.3 Desintegración en agua.

La desintegración de los gránulos en agua es importante para la liberación del ingrediente activo. El mecanismo de liberación del activo es como se describe :

- 1^o. Desintegración del gránulo.
- 2^o. Disolución del activo en el agua.
- 3^o. Desplazamiento del ingrediente activo en el agua hacia las raíces de la planta.
- 4^o. Las raíces deben asimilar el ingrediente activo.
- 5^o. Combinaciones de dos o más de las anteriores.

Durante la fabricación del inerte, el material de la mina es secado o calcinado dependiendo de la propiedad del producto deseado.

Los materiales secos tienden a desintegrarse rápidamente, mientras que los materiales calcinados resisten la desintegración en contacto con el agua.

2.2.4 Fluidez.

Los inertes granulados deben tener un elevado grado de fluidez. Esta propiedad debe mantenerse hasta después de la impregnación del ingrediente activo. La fluidez aumenta con el incremento del tamaño de los gránulos y con el incremento de la densidad.

2.2.5 Compatibilidad con el insecticida.

Una de las propiedades más importantes que debemos tener en cuenta cuando se selecciona un inerte es la compatibilidad química con el insecticida, es decir, los gránulos no han de alterar el ingrediente activo aunque permanezcan mucho tiempo en contacto con la misma, ni siquiera en condiciones de alta temperatura (50 °C) o elevada humedad.

Muchos inertes tienen puntos de actividad catalítica en su superficie debido a impurezas metálicas, a grupos ácidos o a grupos con mucha capacidad de cambio las que pueden activar la descomposición de insecticidas depositadas sobre ellos. Para atenuar estos efectos los gránulos son previamente tratados empleando algunos productos desactivadores de la acidez superficial como el etilenglicol y algunos derivados de las aminas como la úrea.

2.3 TECNICAS DE IMPREGNACION DEL ACTIVO SOBRE EL INERTE.

Wade (21) enuncia las siguientes técnicas :

2.3.1 Impregnación directa.

Este es el método más común para producir

insecticidas granulados, esta técnica ha sido ampliamente usado durante los últimos 20 años. El método consiste en disponer de un pesticida líquido el cual es asperjado en finísimas gotas sobre los gránulos.

Es obvio que los gránulos deben poseer una gran capacidad de absorción; como una guía general se debe emplear un máximo de 8 litros de líquido por cada 100 kg de inerte granular, para lograr una óptima distribución del ingrediente activo sobre los inertes. El límite superior en el volumen de solución que puede impregnarse depende generalmente de la capacidad de absorción del portador granular.

Cuando sea necesario emplear los desactivadores de acidez superficial de los gránulos, primero se impregnará la solución del desactivador, luego se asperjará la solución del insecticida.

El equipo necesario para realizar esta impregnación se muestra en la Fig. 2.1, inicialmente es muy parecido a una mezcladora de concreto con ligeras modificaciones.

El producto granular impregnado con el ingrediente activo es usualmente post-mezclado para permitir la distribución de la solución del insecticida en los gránulos y deshacer los aglomerados, este tiempo no debe exceder más de 25 minutos para reducir el fraccionamiento por roce de los gránulos.

La tabla 2.1 contiene algunas fórmulas típicas que son ejemplos de las diversas soluciones que son asperjados en los gránulos. La fórmula 1, no usa solventes porque el 2,4-D es un líquido y tiene baja viscosidad la cual permite una fácil aspersión; la fórmula 2 es típico

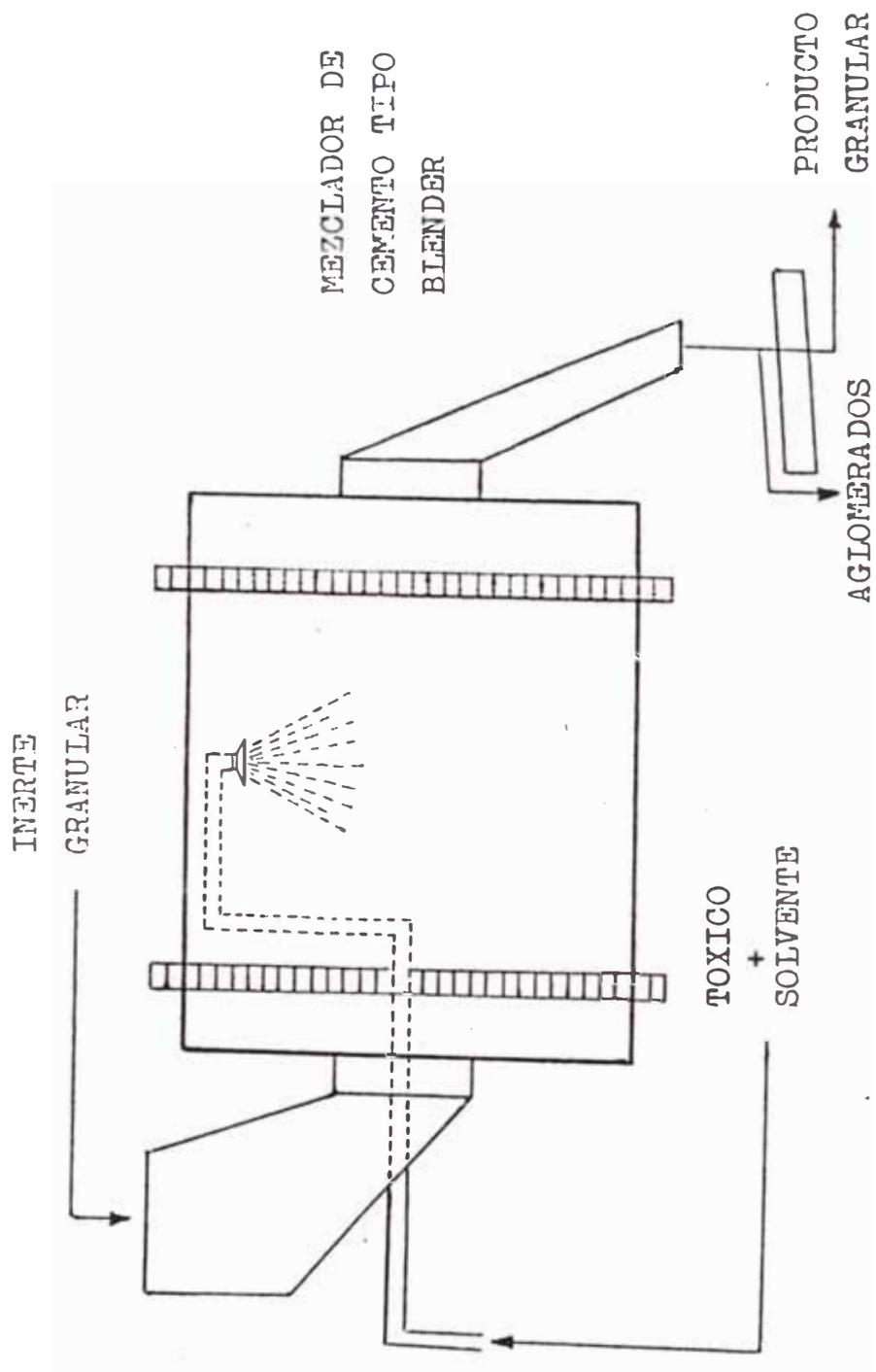


FIG. 2.1 Proceso de impregnación con solventes

TABLA 2.1

Fórmulas típicas para la técnica de impregnación directa.

=====

1. 10% 2,4-D Granulado

| | |
|---|----------|
| 2,4-D solución (50% en equivalente ácido) | 20.5 %W |
| 25/50 A LVM (atapulguita) | 79.5 %W |
| | ----- |
| | 100.0 %W |

2. 20% Aldrín Granulado

| | |
|--|----------|
| Aldrín (75% de solución en aceite disel) | 26.9 %W |
| Urea (50% en solución de agua) | 1.5 %W |
| 30/60 AA RVM (atapulguita) | 71.6 %W |
| | ----- |
| | 100.0 %W |

3. 7.5% Bandane Granulado

| | |
|---|----------|
| Bandane técnico | 7.5 %W |
| Nafta aromático de baja volatilidad (HAN) | 10.0 %W |
| Desactivador H | 6.1 %W |
| 16/30 AA RVM (atapulguita) | 76.4 %W |
| | ----- |
| | 100.0 %W |

4. 15% Bandane Granulado

| | |
|---|----------|
| Bandane técnico | 15.0 %W |
| Nafta aromático de baja volatilidad (HAN) | 1.0 %W |
| Trozos de mazorca del maíz (malla 16/60) | 84.0 %W |
| | ----- |
| | 100.0 %W |

5. 5% DDT Granulado

| | |
|--|----------|
| DDT técnico (60% solubilizado en xileno) | 20.5 %W |
| Mica malla 16/30 | 79.5 %W |
| | ----- |
| | 100.0 %W |

NOTA

- % W Porcentaje en peso.
LVM Atapulguita calcinado.
RVM Atapulguita seco sin calcinar.
A : Atapulguita no extruído.
AA : Atapulguita extruído.

de un producto granular de concentración alta en la que el ingrediente activo es un sólido y debe disolverse en un solvente; además esta fórmula contiene una solución en agua de un desactivador que debe asperjarse en el portador antes que la solución del insecticida; la fórmula 3 usa un desactivador soluble en un solvente orgánico, el bandane técnico, el solvente HAN y el desactivador H, los cuales son mezclados y luego son asperjados sobre los gránulos; la fórmula 4 es típica de un caso donde el ingrediente activo es un líquido, pero se le añade una pequeña cantidad de solvente para obtener una viscosidad bastante baja para lograr una buena aspersion; y finalmente tenemos la fórmula 5 en la cual el DDT es un sólido, este debe disolverse en un solvente para ser asperjado sobre el inerte granulado.

2.3.2 Impregnación de una suspensión.

Este método es empleado cuando los insecticidas tienen como ingrediente activo a sólidos finamente divididos y estos a su vez son solubles en agua o en algún otro solvente de bajo costo. El ingrediente activo es disuelto en un solvente; esta nueva solución se constituye en una suspensión la que será asperjada sobre el inerte granular. A medida que la suspensión es asperjada sobre los gránulos, el activo es absorbido por los poros de ésta, depositándose de esta manera el insecticida. Esta técnica se limita a concentraciones bajas del ingrediente activo hasta un máximo de un 5% también es recomendable utilizar gránulos de pequeño tamaño puesto que ellos ofrecen un área superficial más grande por unidad de peso que los gránulos de tamaños más grandes.

El uso de este método también tiene ciertas desventajas porque el ingrediente activo está depositado en los poros y por efecto de la rotación existe la tendencia de que los gránulos se rompan en trozos y se disgregen a polvos; este efecto es negativo por ello es importante que el tiempo de impregnación y el post-mezclado deben ser pequeños para minimizar el fraccionamiento de los gránulos.

En la tabla 2.2 se muestran algunas formulaciones típicas para los activos aplicados como una suspensión de solvente orgánico y de una suspensión acuosa.

2.3.3 Impregnación con un ligante.

Este método es una extensión de la técnica de impregnación de una suspensión que fue desarrollado en un intento para obtener concentraciones más altas del ingrediente activo en el producto. Al igual que el método anterior se tiene como propósito adherir el ingrediente activo sobre la superficie exterior de los gránulos haciendo uso de un elemento ligante que pueden ser las bases adhesivas naturales, bases adhesivas minerales y los adhesivos sintéticos. Los gránulos empleados en esta técnica no requieren tener un alto grado de adsorción porque el activo será adherido sobre los gránulos usando elementos ligantes.

En la tabla 2.3 se muestran algunas fórmulas típicas que emplean esta técnica. La fórmula 1, muestra como en primer lugar se prepara la suspensión acuosa de un polvo mojable, la que es asperjado sobre los gránulos, luego se hace el post-asperjado con la solución ligante, la que es usado para reducir el desprendimiento en costras del ingrediente activo. La fórmula 2 muestra como la capacidad de absorción del

TABLA 2.2

Fórmulas típicas para la técnica de impregnación de sus-
 =====
 pensión.
 =====

1. 4% del pesticida "A" producto granulado

| | | |
|---------|---|----------|
| PASO A. | Mezclar lo siguiente : | |
| | Pesticida "A" como polvo fino. | 4.0 %W |
| | Aceite blanco. | 16.0 %W |
| PASO B. | Impregnar la suspensión prepa- rado en el paso A sobre : | |
| | 30/60 AA RVM (atapulguita) | 80.0 %W |
| | | ----- |
| | | 100.0 %W |

2. 2.5% del pesticida "B" producto granulado

| | | |
|---------|---|----------|
| PASO A. | Mezclar lo siguiente : | |
| | Pesticida "B" 50% polvo mojable. | 5.0 %W |
| | Agua. | 25.0 %W |
| PASO B. | Impregnar la suspensión prepa- rado en el paso A sobre : | |
| | 25/50 A LVM (atapulguita) | 70.0 %W |
| | | ----- |
| | | 100.0 %W |

TABLA 2.3

Fórmulas típicas para productos granulados usando la técnica de elementos ligantes.

1. 2.5% del pesticida "C" producto granulado

| | | |
|---------|--|----------|
| PASO A. | Mezclar lo siguiente : | |
| | Pesticida "C" 50% polvo mojable. | 5.0 %W |
| | Agua. | 25.0 %W |
| PASO B. | Impregnar la suspensión del paso A sobre : | |
| | 25/50 A LVM (atapulguita). | 65.0 %W |
| PASO C. | Post-asperjado con la mezcla : | |
| | Azúcar bruto (solución 20% en agua). | 5.0 %W |
| | | ----- |
| | | 100.0 %W |

2. 10% del pesticida "D" producto granulado

| | | |
|---------|--|----------|
| PASO A. | Preparar la siguiente emulsión : | |
| | Agua. | 14.8 %W |
| | Tritón X-100 (emulsificante). | 0.4 %W |
| | Atlantic 85-B (aceite mineral ligero). | 14.8 %W |
| PASO B. | Impregnar la emulsión del paso A sobre : | |
| | 16/30 AA RVM (atapulguita). | 57.5 %W |
| PASO C. | Agregar lo siguiente a la mezcla : | |
| | Pesticida "D" 80% polvo mojable. | 12.5 %W |
| | | ----- |
| | | 100.0 %W |

3. 10% del pesticida "E" producto granulado

| | | |
|---------|---|----------|
| PASO A. | Prepare la siguiente solución | |
| | Asintol R (resina). | 3.0 %W |
| | Atlantic 85-B (aceite mineral ligero). | 12.0 %W |
| PASO B. | Impregnar la solución del paso | |
| | A sobre : | |
| | 30/60 AA RVM (atapulguita). | 70.0 %W |
| PASO C. | Adicionar lo siguiente a la mezcla : | |
| | Pesticida "E" polvo fino. | 10.0 %W |
| PASO D. | Post-asperjado con la siguiente solución : | |
| | Asintol R (resina). | 1.0 %W |
| | Atlantic 85-B (aceite mineral ligero). | 4.0 %W |
| | | ----- |
| | | 100.0 %W |

portador de arcilla puede satisfacerse con un aceite en emulsión con agua, mezclando con un aceite mineral ligero que es usado como un elemento ligante, luego se añade el pesticida "D" como polvo; para culminar esta etapa se hace un post-mezclado para obtener un insecticida granulado homogéneo. La fórmula 3 nos muestra el empleo de una solución que contiene un ligante orgánico asintol (resina) que sirve para preparar al portador y mejorar su capacidad para capturar el activo "E" en polvo.

2.3.4 El método del post-secado.

Esta técnica es usada cuando el pesticida es ligeramente soluble en agua. Esta solubilidad se aprovecha para impregnar la solución en los gránulos.

Cuando durante la impregnación se excede ligeramente la capacidad de absorción del inerte dará por resultado final un producto granulado ligeramente húmedo y de baja fluidez. Lo recomendable es someter estos gránulos a un proceso de secado para eliminar el exceso de agua.

Si la concentración deseada del ingrediente activo no se logra obtener en una sola fase de impregnación-secado, se puede recurrir a fases múltiples. La figura 2.2 ilustra las etapas involucradas en dos fases de impregnación-secado. La temperatura usada en las etapas de secado debe ser suficiente para eliminar la humedad en un período corto de tiempo para minimizar el desgaste por roce de los gránulos, por otra parte la temperatura del secador debe ser menor que la temperatura de descomposición del ingrediente activo.

La cantidad de agua residual que queda en el producto final debe ser cuidadosamente se

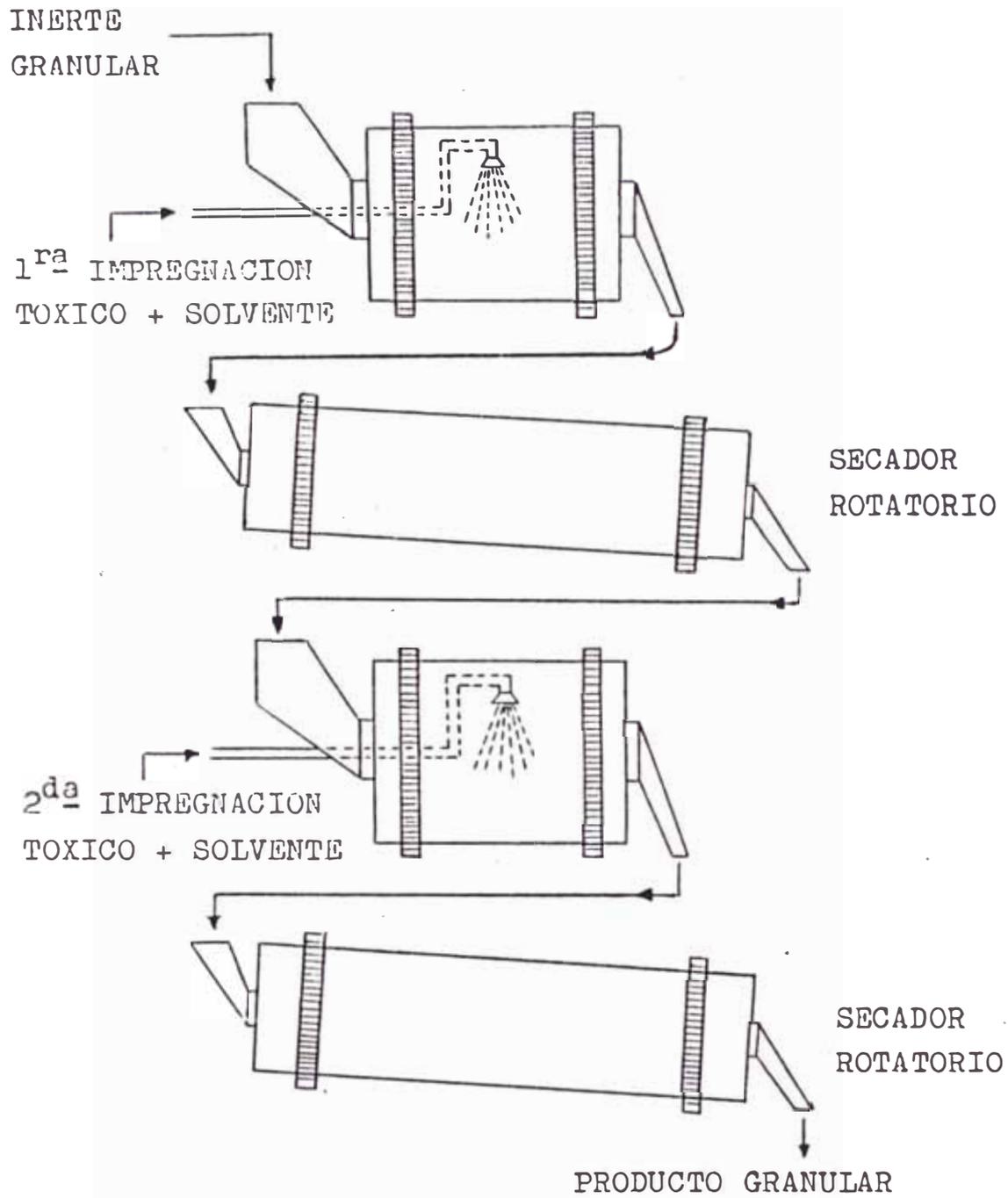


FIG. 2.2 Proceso del post-secado

leccionado para minimizar la pérdida o ganancia de humedad en paquetes al menudeo. Deben realizarse pruebas experimentales para determinar la concentración de equilibrio de la humedad cuando las muestras están expuestas a temperaturas del medio ambiente y la humedad que puede ser encontrado en el almacenaje.

En la tabla 2.4 se muestran algunas fórmulas típicas y la descripción de las etapas involucradas en las fases de impregnación - secado.

2.3.5 Método de evaporación al vacío.

Esta técnica se emplea cuando el pesticida es soluble en solventes de elevado costo , el solvente puede ser removido mediante la aplicación de calor y/o vacío para recuperar el solvente para su re-uso. Existen unidades específicas una de las cuales se muestra en la figura 2.3 , la cual es manufacturado por la Patterson Kelly Co. Inc. de East Straudsburg Pa. Esta unidad posee una cubierta de vapor que rodea el cuerpo de la mezcladora para coadyuvar la evaporación y recuperación del solvente.

Para el empleo de esta técnica se debe tener en cuenta lo siguiente :

- 1^o El ingrediente activo del pesticida debe ser estable a la temperatura de operación.
- 2^o El solvente debe tener una presión de vapor mucho mayor que la del pesticida de esta manera evitamos que se extraigan algo de pesticida.

La tabla 2.5 nos muestra dos ejemplos que usan esta técnica. La fórmula 1 es el caso de un pesticida "H" que es ligeramente soluble en acetona , pero se puede recuperar este solvente aprovechando su alta volatilidad; la fórmula 2

TABLA 2.4

Fórmulas típicas para formular pesticidas usando el pro-
 =====
 ceso del post-secado.
 =====

1. Impregnación con una etapa de secado

10% del pesticida "F" producto granulado

PASO A. Impregnar lo siguiente :

| | |
|---|---------|
| Pesticida "F" (28% en solución acuosa). | 36.0 %W |
| 16/30 A LVM (atapulguita). | 82.0 %W |

PASO B. El producto impregnado se transporta a un secador rotatorio para remover 18% de humedad.

La siguiente fórmula es la resultante :

| | |
|----------------------------|----------|
| Pesticida "F" | 10.0 %W |
| Agua residual . | 8.0 %W |
| 16/30 A LVM (atapulguita). | 82.0 %W |
| | ----- |
| | 100.0 %W |

2. Doble impregnación con dos etapas de secado

10% del pesticida "G" producto granulado

PASO A. Impregnar lo siguiente :

| | |
|---|---------|
| Pesticida "G" (15% en solución acuosa). | 40.0 %W |
| 25/50 A LVM (atapulguita). | 82.0 %W |

- PASO B. El producto impregnado se transporta al secador rotatorio para remover 30% de humedad.
- PASO C. Impregnar lo siguiente :
Producto seco del paso B. 92.0 %W
Pesticida "G" (15% en solución acuosa). 26.7 %W
- PASO D. El producto impregnado se transporta al secador rotatorio para remover 18.7% de humedad.

La siguiente fórmula es la resultante :

| | |
|----------------------------|----------|
| Pesticida "G" . | 10.0 %W |
| Agua residual. | 8.0 %W |
| 16/30 A LVM (atapulguita). | 82.0 %W |
| | ----- |
| | 100.0 %W |

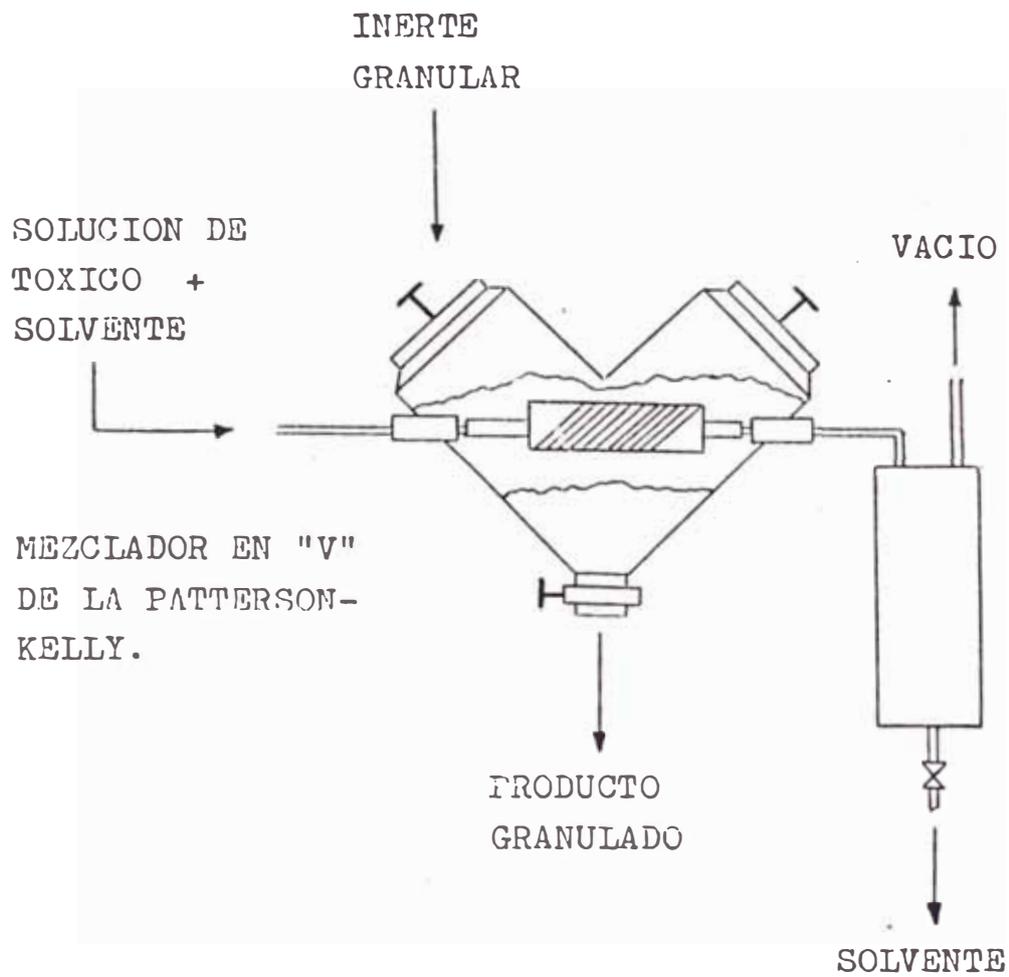


FIG. 2.3 Proceso de evaporación al vacío.

TABLA 2.5

Fórmulas típicas para la formulación de pesticidas por el
 =====
 proceso de evaporación al vacío.
 =====

1. Impregnación simple y recuperación del solvente

10% del pesticida "H" producto granulado

- PASO A. Impregnar lo siguiente :
- | | |
|---|---------|
| Pesticida "H" (25% de solución en acetona). | 40.0 %W |
| 30/60 AA RVM (atapulguita). | 90.0 %W |
- PASO B. Remover 30 % de acetona por evaporación al vacío y recuperar para su re-uso.

2. Doble impregnación y recuperación del solvente

10% del pesticida "I" producto granulado

- PASO A. Impregnar lo siguiente :
- | | |
|--|---------|
| Pesticida "I" (20% de solución en xileno). | 40.0 %W |
| 18/35 A LVM (atapulguita). | 90.0 %W |
- PASO B. Remover 32 % de xileno por calentamiento con vapor y evaporación al vacío. Recuperación para su re-uso.
- PASO C. Impregnar lo siguiente :
- | | |
|--|---------|
| Producto del paso B. | 98.0 %W |
| Pesticida "I" (20% de solución en xileno). | 10.0 %W |

PASO D. Remover 8% de xileno por calentamiento con vapor y evaporación al vacío. Recuperación para su re-uso.

es un caso donde el pesticida "I" tiene solubilidad limitada en xileno y la impregnación del ingrediente activo sobre el inerte es realizado en dos etapas de impregnación-recuperación.

CAPITULO III

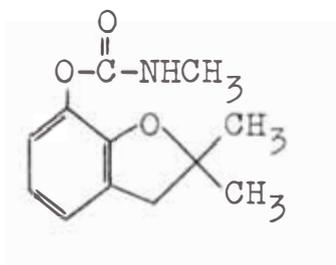
CARBOFURAN COMO INGREDIENTE ACTIVO

3.1 PROPIEDADES FISICO - QUIMICO.

Del boletín técnico (22) tenemos :

Propiedades Químicas :

| | |
|---------------------|--|
| Descripción | : El carbofuran es un compuesto orgánico sintético de la familia de carbamatos usado como un insecticida, acaricida, nematocida y sistémico. |
| Nombre químico | : 2,3 - dihidro- 2,2 - dimetil - 7 - benzofuranyl metil carbamato. |
| Nombre común | : Carbofuran (ANSI, BSI, ISO). |
| Fórmula empírica | : $C_{12}H_{15}NO_3$ |
| Peso molecular | : 221.3 gr./mol. |
| Fórmula estructural | : |



Estabilidad química : El carbofuran es bien esta
ble en medios ácidos y neu
tros; pero en condiciones al
calinas se descompone por hi
drólisis.

Propiedades físicas

Solubilidad a 25 °C : 0.7 gr/lt. en agua.
90 gr/kg en ciclohexano.
150 gr/kg en acetona.
Punto de fusión : 150°C - 152°C.
Presión de vapor : 3.1×10^{-7} mbar a 20°C.
Gravedad específica : 1.18 a 20°C/20°C.
Apariencia : Cristal sólido de color blan
co.

Formulaciones comerciales

Producto técnico al 97 % de concentración.
Polvo mojable al 75 % de concentración.

3.2 TOXICOLOGIA PARA EL HOMBRE.

3.2.1 Definiciones previas.

Primo (18) menciona que la toxicidad de los plaguicidas se establecen mediante experi
mentos con animales, siendo los más usados las ratas, conejos, cobayas y en ocasiones perros, gatos o gallinas.

La expresión cuantitativa de la toxicidad es representada mediante la dosis letal media (DL₅₀), que corresponde a la cantidad de pla
guicida necesario para causar la muerte al 50% o más de los individuos que constituyen el lote de ensayo. La DL₅₀ se expresa en miligramos de plaguicida por kilogramo de animal tratado en el ensayo.

Las dosis letales medias pueden hacer referencia a la toxicidad oral aguda, aguda dermal y la aguda inhalatoria.

- a) La DL_{50} oral aguda se establece mediante la administración del producto tóxico junto con la dieta a varios lotes iguales de animales, a cada uno de los cuales se proporciona una dosis distinta.
- b) La DL_{50} dérmica se establece mediante la absorción del producto tóxico por pincelación sobre la piel del animal con el producto en estado puro o diluido en disolventes apropiados, a la concentración que se indique en cada caso.
- c) La DL_{50} inhalatoria se establece mediante la inhalación continua de un producto tóxico, que está disperso en un ambiente cerrado. Se mide en mg. de ingrediente activo por litro de aire (u otro gas).

3.2.2 Toxicología del carbofuran.

El boletín técnico (22) sostiene que el carbofuran como producto técnico es altamente tóxico y está considerado como producto químico de toxicidad clase I (ver tabla 3.1). Es un inhibidor de la colinesterasa fácilmente reversible capaz de causar efectos tóxicos como resultado de ingestión oral o inhalación. El carbofuran no es fácilmente absorbido por la piel y no causa sensibilidad en la piel.

A continuación se indican los niveles de toxicidad :

DL_{50} Oral Aguda :

Rata : 8-14 mg. del activo
(sobre aceite de maíz)
/ kg.

Perro: 19 mg. del activo
(polvo seco) / kg.

TABLA 3.1

Categorías de toxicidad de plaguicidas publicado por EPA +

| INDICADORES DE PELIGRO | T O X I C I D A D | | | |
|-------------------------------|---|--|--|-------------------------|
| | CLASE I | CLASE II | CLASE III | CLASE IV |
| DL ₅₀ Oral | Hasta inclusive 50 mg./kg. | Desde 50 mg./kg. hasta 500 mg/kg. | Desde 500 mg/kg hasta 5000 mg/kg | Mayores de 5000 mg/kg |
| DL ₅₀ Inhalatoria. | Hasta inclusive 0.2 mg/lt. | Desde 0.2 mg/lt. hasta 2 mg/lt. | Desde 2 mg/lt hasta 20 mg/lt | Mayores de 20 mg/lt |
| DL ₅₀ Dermal | Hasta inclusive 200 mg/kg. | Desde 200 mg/kg hasta 2000 mg/kg | Desde 2000 mg/kg hasta 20000mg/kg | Mayores de 20,000 mg/kg |
| EFFECTOS AL OJO. | Corrosivo; opacidad no reversible en la cornea en 7 dias. | Opacidad reversible en la cornea, persistente irritación por 7 dias. | No hay opacidad en la cornea, irritación por 7 dias. | No hay irritación. |

(+) EPA, Environmental Protection Agency (Oficina de protección Ambiental) en la cual se registran todos los pesticidas usados en el mundo.

DL₅₀ Aguda Dermal :

Rata : 500 mg activo/kg.

Conejo: 2550 mg activo/kg.

DL₅₀ Inhalatoria :

Conejillos de la India
puestos a un ambiente uti-
lizando carbofuran 75% PM
la dosis letal es 0.053
mg activo/lt. de aire.

ADI / ingestión

máxima diaria acep-

table.

: Para el hombre es de 0.01
mg. de activo / kg.

3.3 CONTROL DE CALIDAD.

Aquí señalamos los métodos instrumentales pro-
porcionados por el fabricante (Alpha Agro Limited).
para la determinación del porcentaje del ingrediente
activo presente en una formulación en polvo y granu-
lado.

3.3.1 Método de Espectrofotometría Infrarroja.

a) Reactivos :

- Carbofuran estandar de grado analítico pro-
porcionado por la casa matriz, Alpha Agro
Limited, Jersey, Gran Bretaña.
- Cloroformo certificado, grado espectrofo-
tométrico.
- Sulfato de magnesio anhidro.

b) Aparatos :

- Espectrofotómetro infrarrojo.
- Celdas, dos celdas iguales selladas con
0.2 ml. de NaCl y calibradas.
- Fiolas de 25 ml.
- Frascos de 4 onzas con tapa rosca, puede
ser adaptada con un precinto de seguridad.

- Jeringas tuberculina de 5 ml.
- Jeringas tuberculina de 0.25 ml.

c) Condiciones de operación.

- Instrumento : Espectrofotómetro infrarrojo PERKIN & ELMER modelo 527.
- Modo : Normal.
- Velocidad : Lento 50 cm / minuto.
- Apertura : 6

d) Preparación de la muestra.

- Carbofuran estandar de grado analítico y técnico (0.2 gr); pesar la cantidad apropiada de la muestra con una aproximación de 0.1 ml., dentro de una fiola de 25 ml. diluir hasta su nivel con cloroformo de grado puro, tape y agite. Analizar la solución clara.
- Productos formulados de carbofuran.

Pesar con exactitud la cantidad apropiada de muestra de carbofuran (75% PM) ; 0.25 gr y con un peso registrado aproximadamente de 0.1 mg., dentro de un frasco de 4 onzas con tapa rosca. Añadir con exactitud por medio de una pipeta de 25 ml de cloroformo de grado puro, tapar ajustadamente y agitar mecánicamente por 30 minutos. Analizar el líquido claro flotante (filtre rápidamente o centrifugar si es necesario).

e) Procedimiento.

Una jeringa de 5 ml de tuberculina es llenada y limpiada con cloroformo de grado puro por varias veces; luego será usado para limpiar con un chorro suave de cloroformo cada una de las celdas de NaCl.

Una jeringa de 0.25 ml de tuberculina es

llenada y limpiada con cloroformo de grado puro por varias veces, luego será usado para llenar cada celda de NaCl con cloroformo libre de burbujas de aire. Las celdas son tapadas con el registrador gráfico ajustado a corriente alterna.

El 95% de la transmitancia se registrará a partir de la línea de base de cloroformo versus cloroformo. Es corrido desde 1825 cm^{-1} con una velocidad lenta, modo normal y una abertura ajustada a 6. La celda muestra es lavada y rellena como se describe anteriormente con una solución de carbofuran estandar. Nuevamente se registra desde 1825 cm^{-1} hasta 1650 cm^{-1} .

Cada muestra es introducida dentro de la celda muestra, pre-limpiada cada vez que se analiza, para determinar la precisión del instrumento, el último registro gráfico es de una muestra estandar. La celda de referencia continua tendrá cloroformo.

Las celdas son lavadas con cloroformo, luego pasado con nitrogeno gaseoso y finalmente colocado en un desecador. .

f) Cálculos.

Los cálculos para todos los productos de carbofuran son basados sobre la absorvancia máxima de carbofuran a 1745 cm^{-1} .

El pico más alto del carbofuran a 1745 cm^{-1} de una muestra desconocida es comparada con aquella obtenida del estandar en idénticas condiciones.

Previamente definamos los parámetros A y B.

A : Es el pico más alto de la muestra desconocida.

B : Es el pico más alto del estandar.

$$\% \text{ Carbofuran} = \frac{A}{B \times F} \times 100$$

Donde :

F = Peso de la muestra desconocida / 25 ml.
Peso del estandar/25 ml x concentración.

El pico más alto es determinado por la línea base de cloroformo y la diferencia del registro en la absorvancia entre la línea base del cloroformo a 1745 cm^{-1} y el pico a 1745 cm^{-1} .

3.3.2 Método de la cromatografía de gases.

Este método analítico permite determinar el carbofuran contenido en una formulación en polvo o granulado.

- a) Producto : Carbofuran técnico.
Formulado al 75% PM.
Formulado al 5% granulado.
- b) Modelo : GC-4C Shimadzu.
- c) Norma : 0.1283 g DIBP - Acetona 10 ml.
- d) Columna : Largo de 2 metros.
Diámetro interno de 3 mm.
Temperatura de 190°C .
- e) Envoltura : DL-200
Peso : 5.0 %
- f) Soporte : Cromosorb W
Malla : 60 - 80 .
Tratamiento : AW - DMCS.
- g) Transporte:
de gas H_2
Proporción de fluido : 60 ml.
por minuto.
Presión de ingreso : 1.2 kgf/cm^2

- h) Proporción : 60 ml. / minuto.
de flujo
de H₂ .
- i) Proporción : ---
de flujo
de aire.
- j) Detector : TCD.
- k) Variación : 2 - 5 ul.
- l) Sensibilidad: ---
- m) Temperatura : 250°C
del detector
- n) Temperatura : 220°C
de inyección
- o) Velocidad : 2.5 mm. / minuto.
- p) Tiempo de :
retención DIBP : 3.25 minutos.
Carbofuran : 2.15 minutos.

CAPITULO IV

FASE EXPERIMENTAL

4.1 ESTUDIO DE LOS POSIBLES INERTES GRANULARES.

En el mercado nacional existen pocas compañías proveedoras de inertes granulados, entre los cuales tenemos a la Compañía Minerales Andinos S.A. y a la Compañía Agregados calcáreos S.A., esta última es la que ofrece una gran variedad de inertes tales como : el socol, el crocol, la mica, la piedra pómez , el cuarzo, los gránulos de mármol y la pizarra; también tenemos otros inertes de gran interés tales como: los gránulos de ladrillo cocido y los gránulos de arena de río.

A continuación se presentan los análisis físico-químicos de algunos inertes que son de nuestro interés, éstas son mostradas desde la tabla 4.1 hasta la tabla 4.5.

En la tabla 4.6 se presentan los costos de cada uno de los inertes con gránulos comprendidos entre la malla 20 y la malla 42 de la serie Tyler.

TABLA 4.1

Granulado SocolAnálisis químico

| | |
|--------------------------------|----------------|
| SiO ₂ | 1.00 - 1.80 % |
| Al ₂ O ₃ | 0.03 - 0.60 % |
| Fe ₂ O ₃ | 0.15 - 0.30 % |
| CaCO ₃ | 97.00 - 98.5 % |
| MgCO ₃ | 0.10 - 0.35 % |
| PH a 25°C al 5% V | 9.00 |
| Peso específico | 2.686 |

Análisis granulométrico

| | | |
|--------------------------|--------|-------|
| Retenido por malla 10 | % máx. | 0.10 |
| Menos malla 20 | % máx. | 38.00 |
| Menos malla 100 (150 um) | % máx. | 1.00 |

FUENTE :

Compañía Agregados Calcáreos S.A.

TABLA 4.2

Piedra Pómez 100Análisis químico

| | |
|--------------------------------------|---------|
| SiO ₂ | 72.17 % |
| Al ₂ O ₃ | 12.73 % |
| Fe ₂ O ₃ | 1.08 % |
| TiO | 0.16 % |
| CaO | 1.59 % |
| MgO | 0.00 % |
| Na ₂ O + K ₂ O | 8.05 % |
| Pérdida x calcinación | 4.22 % |
| Humedad | 1.30 % |
| PH a 25°C al 5% V | 8.00 |
| Peso específico | 2.29 |

Análisis granulométrico

| | | |
|-----------------|--------|---------|
| Menos malla 40 | % mín. | 99.97 |
| Menos malla 200 | % mín. | 80 - 85 |
| Menos malla 400 | % mín. | 50 - 60 |

FUENTE :

Compañía Agregados Calcáreos S.A.

TABLA 4.3

Granulado Crocol CZAnálisis químico

| | |
|--------------------------------|---------|
| SiO ₂ | 72.35 % |
| Al ₂ O ₃ | 19,10 % |
| CaO | 0.61 % |
| MgO | 0.00 % |
| Pérdida x calcinación | 2.65 % |
| No analizado | 5.29 % |
| PH a 25°C al 5% V | 8.30 |
| Peso específico | 2.686 |
| Absorción de agua | 15.80 % |

Análisis granulométrico

| | | |
|-------------------------|--------|-------|
| Retenido sobre malla 20 | % máx. | 0.10 |
| Menos malla 30 | % máx. | 65.00 |
| Menos malla 100 | % máx. | 1.00 |

FUENTE :

Compañía Agregados Calcáreos S.A.

TABLA 4.4

Gránulos de LadrilloAnálisis químico

| | |
|--------------------------------|---------|
| SiO ₂ | 62.25 % |
| Fe ₂ O ₃ | 1.08 % |
| Al ₂ O ₃ | 23.77 % |
| CaO | 4.69 % |
| MgO | 1.31 % |
| Pérdida x calcinación | 0.17 % |
| Humedad | 0.063 % |
| PH a 25°C al 5% V | 8.55 |
| Peso específico | 2.23 |
| Absorción de agua | 32.98 % |

Análisis granulométrico

| | |
|-----------------------|---------|
| Retenido por malla 20 | 59.69 % |
| malla 30 | 17.86 % |
| malla 35 | 12.75 % |
| malla 40 | 1.53 % |
| malla 50 | 3.06 % |
| malla 60 | 1.02 % |
| Retenido por malla 80 | 1.02 % |
| Pasa por la malla 80 | 3.06 % |

FUENTE :

AgroKlinge Compañía S.A.

TABLA 4.5

Gránulos de Arena de RíoAnálisis químico

| | |
|--------------------------------|---------|
| SiO ₂ | 71.19 % |
| Al ₂ O ₃ | 18.52 % |
| Fe ₂ O ₃ | 4.05 % |
| CaO | 4.02 % |
| MgO | 1.89 % |
| PH a 25°C al 5% V | 7.21 |
| Humedad | 0.56 % |

Análisis granulométrico

| | |
|-----------------------|---------|
| Retenido por malla 20 | 15.40 % |
| malla 42 | 48.30 % |
| malla 60 | 23.70 % |
| Pasa por la malla 80 | 12.60 |

FUENTE :

AgroKlinge Compañía S.A.

TABLA 4.6

Costo de la materia prima granulada

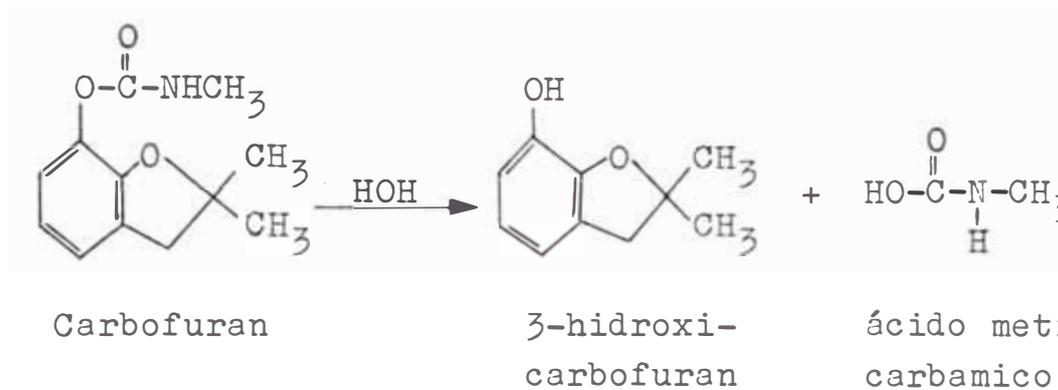
| Inerte + | Costo x TM ++ | Proveedor | PH |
|--------------|------------------|----------------------|------|
| Ladrillo | \$ 312.84 | Ing. Pedro Modler | 8.55 |
| Socol | \$ 96.34 | Agregados Calcáreos | 9.00 |
| Crocol | \$ 119.70 | Agregados Calcáreos | 8.30 |
| Piedra pómez | \$ 215.60 | Agregados Calcáreos | 8.00 |
| Arena de río | \$ 84.40 | Sr. Manrique Linario | 7.21 |

NOTA :

- + Estos inertes están cotizados considerando la granulometría malla 20/42
- ++ Estos precios no incluyen el 18 % del IGV, tampoco incluyen el flete.

4.2 SELECCION DEL INERTE.

Los criterios fundamentales para seleccionar el inerte adecuado, está dado por el valor del pH del sólido y el costo. Debemos tener presente que que el ingrediente activo es altamente estable en niveles de pH ácido y neutro, siendo inestables a pH alcalinos porque en este rango el ingrediente activo se hidroliza mediante la siguiente reacción química.



Analizando los costos y valores del pH de cada uno de los inertes elaboramos el siguiente ranking, la que se muestra en la tabla 4.7 .

Observando la tabla 4.7 , determinamos que los gránulos de arena de río cumple con las exigencias del caso por ser el inerte más económico y el único que cumple con el nivel de pH solicitado. por lo tanto reiteramos nuevamente que la arena de río es el inerte más apropiado.

4.3 SELECCION DEL TAMAÑO DEL INERTE.

Los pesticidas granulados han sido clasificados en insecticidas y herbicidas, por ser los productos más comerciales. Para cada uno de estos pesticidas las compañías transnacionales formuladores de plaguicidas han determinado experimentalmente los rangos de

TABLA 4.7

Ranking de comparación

| Inerte | Efecto costo | Efecto del pH |
|--------------|--------------|---------------|
| Ladrillo | 5 | 4 |
| Socol | 2 | 5 |
| Crocol | 3 | 3 |
| Piedra pómez | 4 | 2 |
| Arena de río | 1 | 1 |

NOTA :

Los valores asignados en cada efecto, están dados por el orden en que cumplen los requisitos de bajo costo y nivel de pH requeridos.

tamaño más adecuados, según la función que estos cumplan en el campo.

Los herbicidas granulados emplean granos con tamaños de malla de 8/16 y 16/30.

Los insecticidas granulados emplean inertes con tamaños de malla comprendidos entre 18/35 y 20/40.

Para nuestro propósito consideramos como bueno los granos de tamaño 20/40, cumpliendo con las normas establecidas por la casa matriz Alpha Agro Limited, Jersey, Gran Bretaña.

4.4 SELECCION DEL METODO DE IMPREGNACION.

Antes de determinar el método de impregnación adecuado, veamos previamente cómo está constituido el portador del ingrediente activo carbofuran 75% PM. Consideremos una base de 100 gr.

| | | |
|--------------------------|---------|-------------------|
| Carbofuran 97% técnico | 77.5 g | (activo 75.175 g) |
| Inerte (caolín en polvo) | 18.0 g | |
| Emulsificante y pegantes | 4.5 g | |
| | ----- | |
| | 100.0 g | |

Observamos que 100 g de carbofuran 75% PM, contiene 24.825 g de elemento inerte.

ENSAYO 1 : Impregnación directa.

Intentamos emplear el método de impregnación directa, para ello es necesario disolver el carbofuran 75% PM en un solvente adecuado. Según los grados de solubilidad el carbofuran técnico es más soluble en acetona en la proporción de 150 g/kg, lo que es equivalente a 118.8 g/lt., esta solubilidad baja, va dar lugar al empleo de grandes volúmenes de acetona, es decir para un kg. de producto granulado se necesita 50 g de ingrediente activo, ésta a su vez se va a disolver en 420.8 ml de acetona. Este método acepta como

máximo el empleo de 80 ml de líquido por cada kg de material granular; además la acetona es un solvente de elevado costo, por todo ello descartamos el uso de este método.

ENSAYO 2 : Impregnación en suspensión.

En este ensayo pretendemos impregnar el carbofuran 75% PM bajo la forma de una suspensión, la cual es posible si se emplea una solución acuosa con un agente dispersante, pero el inerte debe poseer un elevado grado de absorción, requisito que lamentablemente nuestro inerte seleccionado no cumple, por lo tanto el uso de este método no es posible.

Los inertes como los gránulos de ladrillo, el crocol y el socol pueden considerarse como una alternativa en este método siempre y cuando se reduzcan los niveles de pH, usando desactivadores lo que significaría un gasto adicional.

ENSAYO 3 : Método de Post-secado.

Impregnar el carbofuran 75% PM sobre los gránulos de arena empleando el método del post-secado, implica que el ingrediente activo debe formar parte de una suspensión líquida, la que será asperjado sobre el inerte que deberá tener un alto grado de absorción; pero como nuestro inerte es un no absorbente y además tener el ingrediente activo en forma de una suspensión es difícil, entonces éste método no es aplicable.

ENSAYO 4 : Método de evaporación al vacío.

El método de evaporación al vacío, es aplicable cuando nosotros empleamos como posible solvente, un producto químico de elevado costo, como podría ser la acetona. Este solvente debe ser removido mediante la

aplicación de calor y/o vacío, para recuperar y volver a usarlo. Existen unidades específicas para el empleo de esta técnica cuya adquisición requiere una gran inversión; siendo este último un factor adverso para nuestros propósitos.

ENSAYO 5 : Impregnación con un ligante.

Utilizar el método de impregnación con el uso de un ligante exige que el ingrediente activo sea un polvo seco o mojable, el cual quedará adherido sobre el inerte (sin interesar su grado de absorción), estos dos requisitos son cumplidos exactamente por nuestro ingrediente activo y por el inerte seleccionado. El elemento ligante puede ser una solución constituida por un adhesivo (natural o sintético) soluble en un solvente.

Por todo lo expuesto yo concluyo que éste es el método más apropiado.

4.5 SELECCION DEL ADHESIVO.

En el campo de los adhesivos se observan aquellos que son de origen natural tales como los almidones, dextrinas, látex, resina de madera, etc.; otros de origen mineral como son los silicatos, asfaltos, etc.; también existen los adhesivos sintéticos tales como el acetato de polivinilo, el alcohol polivinílico, el oppanol, etc.

En la tabla 4.8 se muestran algunas propiedades de los adhesivos sintéticos. Stewart (16).

Dentro de esta gran variedad los adhesivos de origen natural y mineral son inestables cuando son expuestos a la humedad, aire y temperaturas elevadas; podemos mencionar el caso del látex, resina de madera e incluso el silicato de sodio; estos al ser expuestos al medio ambiente forman una capa cristalina

TABLA 4.8

Termoplásticos sintéticos representativos, polímeros elásticos y sus usos

| MONOMERO(S) | FORMULA | TIPO DE POLIMERIZACION. | ESTADO FISICO | Tg °C | NOMBRE COMERCIAL | USOS INDUSTRIALES |
|-------------------|--|--------------------------------------|---------------|-------|-----------------------|---|
| 2-metil propano. | $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)_2$ | Catiónico | Amorfo | -70 | Oppanol | Adhesivos sensibles a la presión. |
| Acetato de vinilo | $\text{CH}_2=\text{CHO}_2\text{CCH}_3$ | Radical | Amorfo | 40 | Acetato de polivinilo | Adhesivos |
| Alcohol vinílico | $(\text{CH}_2=\text{CHOH})^a$ | Hidrólisis de acetato de polivinilo. | Cristalino | -- | Alcohol polivinílico | Adhesivos solubles en agua, aderezo de papel. |

Tg : Temperatura aproximada bajo la cual es aparente el comportamiento vidrioso, se denomina temperatura vidriosa.

a : Estos monómeros no constituyen los materiales de partida usados para hacer los polímeros, los que realmente son sintetizados a partir del acetato de polivinilo.

en la interfase (como una nata), defecto que no permite tener una solución homogénea de adhesivo.

Los adhesivos sintéticos son los más idóneos porque estos mantienen su estabilidad bajo condiciones severas de operación, siendo por ellas ampliamente utilizados por las múltiples industrias químicas como la papelera, pinturas, adhesivos, textiles, etc.

ENSAYO 1 : Uso del alcohol polivinílico.

En este ensayo pretendemos emplear el alcohol polivinílico como un posible adhesivo, este producto es soluble en agua y muy empleado en la industria papelera. El alcohol polivinílico es sorprendentemente un sólido presentado en forma de cristales, para disolverse en agua tendrá que calentarse hasta una temperatura de 80°C ; esta operación adicional se constituye en una gran dificultad, considerando que su uso será continuo.

ENSAYO 2 : Uso del acetato de polivinilo.

En esta oportunidad probamos el acetato de polivinilo. que es un polímero amorfo transparente, se presenta en forma líquida, es altamente viscoso y bien soluble (emulsionable) en agua a temperatura ambiente, se despolimeriza a 150°C eliminando ácido acético. Este polímero sustenta sus calidades en los diferentes grados de concentración.

Para confirmar lo expresado se prepara una solución de 100 g de acetato con 80 ml de agua, se observa que la emulsión es estable, no se produce sedimentación, no sufre ningún cambio cuando se expone al medio ambiente. En seguida 80 ml de la solución preparada se asperja sobre 1 kg de arena, luego la arena humedecida se seca en la estufa a 120°C , se observa que el acetato de polivinilo se seca sin calcinar

se. Para nuestros propósitos el acetato de polivinilo con 35% de concentración, comercialmente llamado Adhercola 1015, es el más adecuado.

4.6 DOSIFICACION DEL ADHESIVO.

Quedando ya definido el método de impregnación y el tipo de adhesivo, ahora se tratará de determinar la proporción de adhesivo-agua para obtener una solución capaz de ser asperjada en finísimas gotas sobre los gránulos de arena.

Las pruebas experimentales realizados en laboratorio se hicieron tomando en consideración una base de 1 kg de producto final.

ENSAYO 1 :

Preparamos una solución con la siguiente proporción: 50 g de adhercola 1015 con 50 ml de agua, se obtiene una mezcla homogénea poco viscosa; esta solución se asperja sobre 910 g de arena contenidos en un mezclador rotatorio pequeño, cuya rotación es accionado manualmente. Se observa claramente que la solución de adhercola humedece en exceso a la arena, lo cual implica que debe reducirse la proporción de agua. Seguidamente a la arena humedecida se le añade lentamente 68 g de carbofuran 75 % PM, finalizado esta operación se obtiene una pasta húmeda de carbofuran 5% G, la que debe ser sometido inevitablemente a un proceso de secado para reducir su contenido en agua.

Para realizar este secado se emplea aire caliente (calentado con resistencia eléctrica) a una temperatura de 105°C, luego de un período de 25 a 30 minutos se obtiene un producto granulado seco y fluido. La presentación del producto final no es buena debido a que el carbofuran 75% PM no cubre por completo todo el gránulo en especial los bordes de los granu

los, en conclusión la presentación final del producto es mala.

ENSAYO 2 :

En esta oportunidad preparamos una cantidad menor de la solución y reducimos la cantidad de agua, tentativamente usamos una proporción de 30 g de adhercola 1015 con 20 g de agua, esta solución es más consistente porque al palpar la solución con los dedos observamos que es más pegajosa. Esta solución se asperja sobre 920 g de arena, además cabe mencionar que la aspersion se realiza cuando el mezclador está en movimiento de tal manera que todos los gránulos deben ser impregnados con el adhesivo, seguidamente se añade lentamente 68 g de carbofuran 75% PM dentro del mezclador en movimiento para facilitar la distribución homogénea del ingrediente activo sobre cada uno de los gránulos, propósito que se logra parcialmente porque el granulado final está ligeramente elevado en contenido de humedad, lo cual implica reducir un poco más la cantidad total de solución.

Los gránulos húmedos se secan empleando aire caliente a 105°C por un período de unos 25 minutos, resultando finalmente un producto granulado seco, fluido y con una presentación aceptable, porque nuevamente el carbofuran 75% PM no cubre totalmente los gránulos de arena, dejando descubierto los bordes del inerte.

ENSAYO 3 :

En la presente prueba reducimos la cantidad total de la solución, manteniendo la proporción de los componentes, por ello consideramos la siguiente relación: 24 g de adhercola 1015 con 16 g de agua, esta solución se asperja sobre 924 g de arena, dando como re

sultado un producto granulado pegajoso, sobre este i nerte se añade lentamente 68 g de carbofuran 75% PM para favorecer una buena dispersión de este último sobre los granos pegajosos, obteniéndose un producto final granulado poco húmedo, pero más seco que el obtenido en el ensayo 2; este granulado se seca con una corriente de aire caliente a 105°C por un período de 25 minutos, obteniéndose finalmente un producto granulado seco y fluido pero siempre con el problema de presentar gránulos con el defecto de no estar cu bierto totalmente con el carbofuran 75% PM.

El producto final en estas condiciones no ten dría aceptación del público porque claramente se ob serva que el portador del ingrediente activo es arena, éste defecto crearía en los agricultores cierta duda sobre la autenticidad del producto, porque ellos muchas veces han sido defraudados usando productos de dudosa procedencia.

ENSAYO 4 :

En base a las experiencias anteriores yo propongo em plear un pigmento de color oscuro, soluble en agua de manera tal que este pigmento esté incorporado dentro de la solución acuosa del adhesivo para ser asperja do sobre el inerte. En el mercado nacional buscamos un pigmento de color azul marino y encontramos uno comercialmente llamado Rhodamina sulfacid blue.

Normalmente los pigmentos usados para teñir pro ductos se usan en cantidades que oscilan entre 0.01 a 0.1 % en peso, dependiendo del grado de solubilidad en agua. Primo (18).

Luego de muchas pruebas en que se prepararon di ferentes pesos del pigmento con respecto al peso to tal del producto granulado, se determinó que el valor de 0.03 % en peso de pigmento es el más adecuado pa ra teñir la arena, es decir empleando 0.3 g de pig

mento por 1 kg de producto granulado se logra el propósito del teñido.

Procedemos a preparar la solución de adhesivo teñido de color azul marino. Usamos 0.3 g de sulfacido azul la que es disuelto en 16 g de agua, luego sobre esta solución acuosa se agrega 23 g de adhercola 1015 obteniéndose una solución homogénea viscosa de color azul marino intenso la cual se asperja sobre la arena (923.65 g), una vez culminado esta operación se añade 68 g de carbofuran 75% PM, lentamente para favorecer una buena adhesión del ingrediente activo sobre los gránulos pegajosos, obteniéndose un granulado ligeramente húmedo, esto implica secar el producto, esta operación se realiza igual que en los casos anteriores obteniéndose finalmente un producto granulado seco, fluido y teñido de color azul marino. Esta vez se obtiene un buen producto, porque los defectos anteriormente encontrados ahora no se distinguen por que el pigmento ha teñido por completo los gránulos.

El proceso de teñido sirve también para identificar nuestro producto y diferenciar de los otros productos similares.

Es oportuno mencionar que en los ensayos 1,2 y 3 se tratan de determinar exclusivamente la proporción óptima de cada uno de los componentes del carbofuran granulado sin comprobar la concentración real del ingrediente activo. En el ensayo 4 el carbofuran granulado tiene una buena presentación, ésta es sometido a un control de calidad usando el método espectrofotómetro infrarrojo cuyo certificado de análisis se presenta en el apéndice.

A continuación presentamos en la tabla 4.9 la

dosificación final para la formulación de 1 kg de carbofuran 5% G, también en la tabla 4.10 presentamos un resumen de los ensayos realizados. Para ilustrar el procedimiento secuencial, ejecutado durante los ensayos experimentales mostramos en la Fig. 4.1 el diagrama de procedimiento.

TABLA 4.9

Dosificación para formular 1 kg de carbofuran 5% G

| COMPONENTES | SOLIDO (g) | AGUA (g) ⁺ | TOTAL (g) |
|-------------------|---------------|--------------------------|--------------|
| Carbofuran 75% PM | 68.00 | --- | 68.00 |
| Adhercola 1015 | 8.05 | 14.95 | 23.00 |
| Agua | --- | 16.00 | 16.00 |
| Sulfacid blue | 0.30 | --- | 0.30 |
| Arena malla 20/42 | 923.65 | --- | 923.65 |
| | ----- | ----- | ----- |
| | 1000.00 | 30.95 | 1030.95 |

(+) : Teóricamente los 30.95 g de agua deben ser eliminados en el proceso de secado.

TABLA . 4.10

Resumen de los ensayos de laboratorio

| ENSAYO | PROPORCION FIG/ADH/AGUA g./g./g. | INERTE ARENA g. | CARACTERISTICAS DESPUES DE | | | PRESENTACION FINAL DEL PRODUCTO |
|--------|--|-----------------------|--|---------------------------|---|---------------------------------------|
| | | | LA ASPERSION DE SOLUCION | AÑADIR 68 g CARBOFURAN | SECAR A 105 °C | |
| 1 | 0/50/50 | 910.00 | Muy húmedo, poco p eg a <u>jo</u> so. | Pasta húmeda | Gránulos con aristas desnudos. | Mala |
| 2 | 0/30/20 | 920.00 | Húmedo, p eg a <u>jo</u> joso. | Ligeramente húmedo. | Gránulos con aristas desnudas. | Regular |
| 3 | 0/24/16 | 924.00 | Húmedo, p eg a <u>jo</u> joso. | Ligeramente húmedo. | Gránulos con aristas poco desnudas. | Buena. |
| 4 | 0.3/23/16 | 923.65 | Húmedo, p eg a <u>jo</u> joso. | Ligeramente seco. | Gránulos <u>te</u> - <u>ñ</u> idos de <u>co</u> - lor azul. | Muy buena |

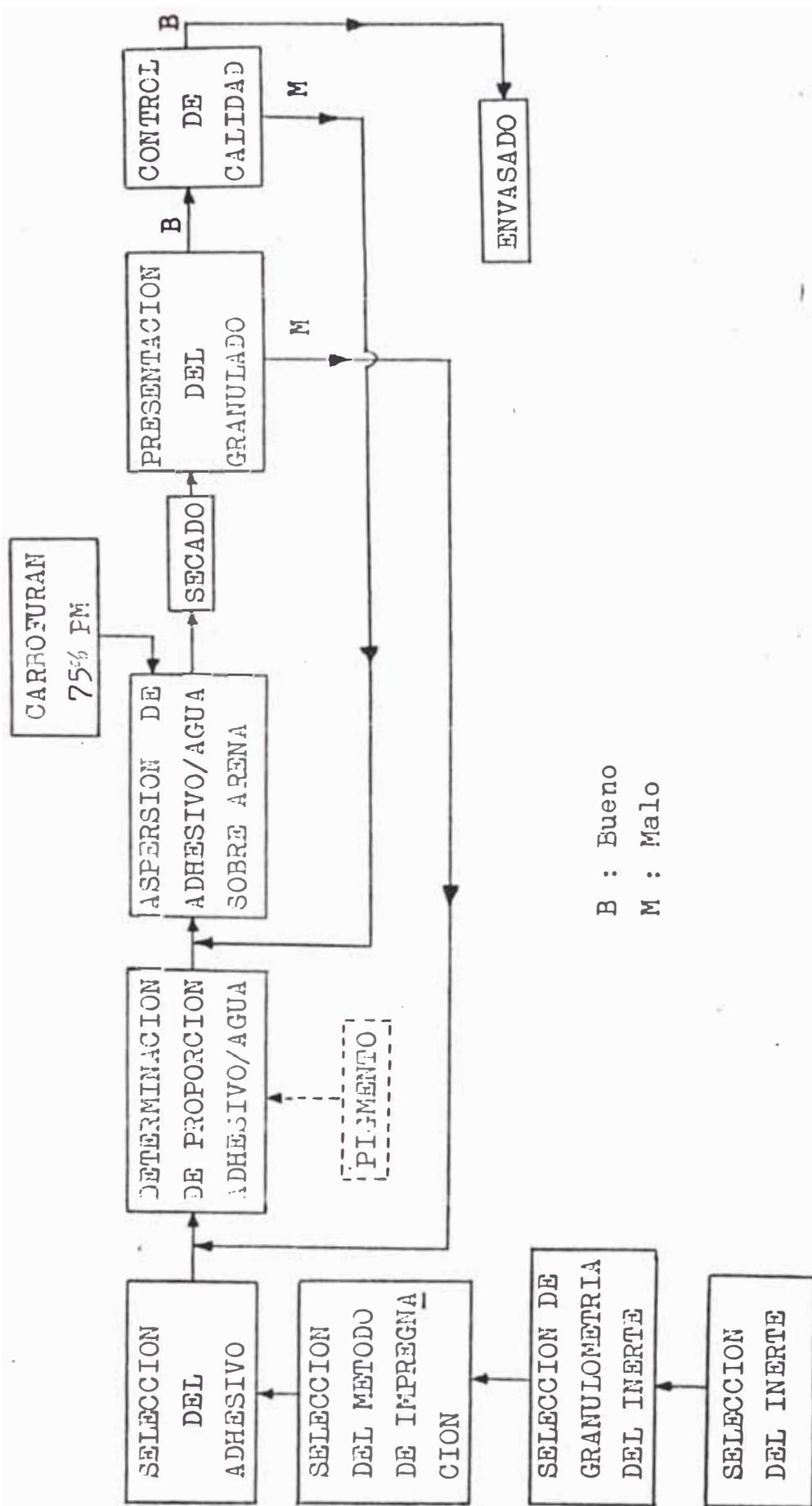


FIG. 4.1 Diagrama de procedimiento.

4.7 ENSAYO EXPERIMENTAL PARA DETERMINAR LA CURVA DE SECADO.

Para construir la curva típica de secado se han realizado pruebas de secado en el laboratorio sobre muestras de carbofuran 5% G. El proceso de secado se realizó en una estufa eléctrica a una temperatura de 110°C y a una presión de una atmosfera.

En la tabla 4.11 se muestran informaciones de los pesos registrados a diferentes tiempos de secado. Las muestras empleados en este proceso finalmente fueron secados en la estufa eléctrica a 125°C .

En la tabla 4.12 se muestran los resultados de los cálculos de porcentajes de humedad y finalmente en la Fig. 4.2 se muestra la curva característica de secado del carbofuran 5% G, en esta figura se observa que la humedad de equilibrio tiende a ser el 0.6 %.

TABLA 4.11

Resultados experimentales obtenidos
en el proceso de secado a 110°C

| TIEMPO (min) | PESO REGISTRADO (g) | | PESO PROME DIO (g) |
|-----------------|---------------------|------------|-----------------------|
| | 1er ENSAYO | 2do ENSAYO | |
| 0 | 171.23 | 171.23 | 171.23 |
| 10 | 165.70 | 164.30 | 165.00 |
| 20 | 164.10 | 162.60 | 163.35 |
| 30 | 160.80 | 160.60 | 160.70 |
| 40 | 158.30 | 158.70 | 158.50 |
| 50 | 158.60 | 157.30 | 157.95 |
| 60 | 155.80 | 157.20 | 156.50 |
| 70 | 156.10 | 156.50 | 156.30 |
| 80 | 156.50 | 155.90 | 156.20 |
| (+) | 155.40 | 155.00 | 155.20 |

(+) La muestra de carbofuran 5% G se secó en la estufa a una temperatura de 125°C.

TABLA 4.12

Porcentajes de humedad

| i | TIEMPO (min) | PESO (Wi) (g) | Gr. HUMEDAD $\frac{Wi - 155.2}{Wi - 155.2}$ | $\frac{Wi - 155.2}{155.2} \times 100$ |
|---|-----------------|------------------|--|---------------------------------------|
| 1 | 0 | 171.23 | 16.03 | 10.329 |
| 2 | 10 | 165.00 | 9.80 | 6.314 |
| 3 | 20 | 163.35 | 8.15 | 5.251 |
| 4 | 30 | 160.70 | 5.50 | 3.544 |
| 5 | 40 | 158.50 | 3.30 | 2.126 |
| 6 | 50 | 157.95 | 2.75 | 1.772 |
| 7 | 60 | 156.50 | 1.30 | 0.838 |
| 8 | 70 | 156.30 | 1.10 | 0.709 |
| 9 | 80 | 156.20 | 1.00 | 0.644 |

4.8 PROPUESTA DE UN ENSAYO A NIVEL PLANTA PILOTO.

Habiendo culminado satisfactoriamente los ensayos de laboratorio para formular carbofuran 5% G, a hora propongo realizar una prueba a nivel piloto, empleando los equipos disponibles que actualmente son empleados para formular insecticidas granulados por el método de impregnación directa.

Es conveniente mencionar que los equipos disponibles han sido probados para los efectos de ensayos a nivel planta piloto, mientras que los equipos no disponibles serán diseñados, luego de la cual se podrá poner en marcha esta pequeña planta con un volumen de producción de 500 kg/h de carbofuran 5% G.

4.8.1 Equipos probados y su descripción.

Todos los equipos actualmente disponibles están en pleno funcionamiento, los cuales ya no requieren ninguna modificación, siendo el mezclador rotatorio el equipo principal.

A continuación se describen cada uno de los equipos :

- a) Mezclador rotatorio para concreto con tolva de alimentación regulable.

La capacidad volumétrica del mezclador es de 12 ft^3 , en esta se pueden cargar como máximo 500 kg de arena. Este equipo tiene un motor de 5 HP, trifásica la que permite girar al mezclador con 18 rpm. El tambor rotatorio tiene dos bocas, una de alimentación y otra de descarga, a cada una de ellas se les colocan tapas circulares con sellos de caucho para que estas sean herméticas. La boca de alimentación tiene dos tapas, una de ellas tiene un hueco de

1" de diámetro en el centro, por ella pasa un tubo que contiene una boquilla dispersora de líquido en forma de abanico y la otra tapa también tiene un hueco de 2.5" de diámetro en el centro, por ella pasará un tubo con diámetro externo de 2.5" por cuyo interior hay un tornillo sinfin que transportará el carbofuran 75% PM desde una tolva hacia el mezclador.

El mezclador inicialmente tenía las paletas pegadas en la pared interna, estas han sido separadas de la pared 1.2" con la finalidad de que cuando gira el tambor, las paletas lleven la arena hacia la parte superior del mezclador y estas al caer forman una cortina, esta última disposición de la arena se encuentra casi en forma perpendicular con las finas gotas de la solución de adhesivo, logrando de esta manera una humectación homogénea de todas las partículas de arena.

b) Tanque cilíndrico de acero inoxidable con capacidad de 40 litros.

Este depósito sirve para almacenar la solución que va a asperjarse sobre los inertes, además tiene incorporado en su parte superior un manómetro; tres ductos; uno para el ingreso de la solución y el aire, el segundo es el ducto de purga y el tercero es el ducto de descarga por la cual fluirá la solución hacia el interior del mezclador. El último ducto se conecta por medio de una manguera flexible a la tapa que contiene el dispersor (boquilla cónica # 22, extraído de una mochila fumigadora CP3). Todos los ductos están controlados por me

dio de válvulas de bola.

c) Dosificador neumático de polvos.

Este equipo es normalmente empleado para envasar productos en polvo desde 25 g hasta 1 kg, este equipo tiene una tolva cónica provisto de un removedor para evitar que el producto en polvo se adhiera en las paredes además, este equipo dosificará el carbofuran 75% PM hacia un tornillo sin fin que a su vez transportará el producto hacia el mezclador. El dosificador de polvos puede descargar 1 kg cada 30 segundos; este equipo está controlado por un panel de control.

d) Quemador de gas.

Este equipo está constituido por un balón de gas de 120 lbf/pulg² de presión y otro balón de oxígeno con 80 lbf/pulg² de presión, ambos balones alimentan por medio de mangueras a dos quemadores de gases las cuales combustionan con la ayuda de una chispa de llama.

e) Intercambiador de calor.

Este equipo de 1.5 m de longitud y un diámetro de 0.6 m, revestido externamente con un aislante de asbesto, un paso por los tubos y un paso por la coraza. Por los tubos fluye el aire, mientras que por la coraza por intermedio de dos ventanas, el quemador calienta a fuego directo la batería de 12 tubos, en la salida del intercambiador está instalada una termocupla la cual nos va indicar la temperatura de salida del aire caliente. Bajo esta modalidad se ha logrado calentar aire hasta temperaturas cercanas a los 145 °C.

f) Un tanque de PVC.

Este depósito está provisto de un agitador y tiene una capacidad de 100 litros, aquí se prepara la solución acuosa de adhesivo teñido de color azul marino.

g) Una compresora PAQ-12

Este equipo comprime aire hasta una presión de 14 bar (200 psi) en una sola etapa. El aire comprimido se utiliza en el tanque de acero inoxidable, en la cual al inyectarlo, éste empuja a presión a la solución de adhesivo la que será finalmente asperjado en el mezclador en finísimas gotas

4.8.2 Equipos a diseñar.

Los equipos no disponibles necesariamente serán diseñados, considerando un volumen de producción de 500 kg/h de carbofuran 5% G, entre estos equipos tenemos :

- a) Un secador rotatorio horizontal.
- b) Un ciclón que separa los polvos del aire.
- c) Un tamiz vibratorio provisto de una malla 20/42
- d) Una torre de absorción para humedecer el aire que arrastra trazas de carbofuran 75% PM.

4.8.3 Diagrama de flujo propuesto y su explicación.

Los datos de dosificación obtenidas en los ensayos experimentales de laboratorio, serán considerados como referencia para las pruebas a nivel planta piloto, por lo tanto para la producción de un lote de 500 kg se requieren los siguientes componentes y en las cantidades que a continuación se indican :

| | | |
|-------------------|---|-----------|
| Carbofuran 75% PM | : | 34.00 kg |
| Adhercola 1015 | : | 11.50 |
| Agua | : | 8.00 kg |
| Sulfacid blue | : | 0.15 kg |
| Arena | : | 461.80 kg |
| | | ----- |
| Total húmedo | | 515.45 kg |
| Agua | | 15.45 kg |
| | | ----- |
| Total seco | | 500.00 kg |

- El diagrama de flujo propuesto se muestra adjunto a este capítulo.

A continuación explicaremos detalladamente la secuencia del proceso:

- a) La tolva T1 del mezclador debe contener 461.8 kg de gránulos de arena de malla 20/42, T1 se levanta mecánicamente con una polea a M1 y de esta manera se alimenta el inerte a M1, pero manteniendo cerrado B2 con su respectiva tapa, terminado la alimentación B1 se cierra con la tapa que tiene el dispersor.
- b) El tanque TK1 debe contener 8 kg de agua, 0.15 kg de sulfacid blue y 11.5 kg de adhercola 1015 debidamente mezclada, luego de la cual esta solución se alimenta a TK2, manteniendo abierto V1, V3, V4 y cerrado V2 y V5. Terminado la operación de llenado se cierran V1 y V4, luego se inyecta aire a presión (abriendo V2) hasta que el manometro P1 indique 3 bar (42.5 psi), luego de la cual se cierran V2 y V3.
- c) Antes de poner en movimiento M1, la manguera flexible de TK2 se conecta a la tapa que tiene el dispersor, terminado esta ope

ración se pone en rotación M1 y luego se abre V5, entonces la solución de adhesivo sale en finas gotas en forma de abanico e impactan casi en forma perpendicular con la cortina de arena que cae continuamente desde la parte superior de M1, esta operación dura 10 minutos.

El nivel de la solución dentro de TK2 se controla observando con frecuencia el manómetro porque el aire empuja a la solución, de esta manera cuando P1 indica cero es porque toda la solución ha sido asperjado.

- d) Se detiene M1, se saca la tapa de B1 y se cambia por otra tapa que tiene el hueco más grande, luego se conecta el dosificador D1 que contiene carbofuran 75% PM con el tornillo sinfin TSl a la boca B1. Cabe mencionar que TSl ingresa dentro de M1 unas 2 pulgadas para asegurar que el carbofuran cae dentro de la máquina M1.

La dosificación del ingrediente activo se hace a razón de 1 kg / 30 segundos, es de cir para los 34 kg de carbofuran se requieren 17 minutos. Para favorecer una buena mezcla, M1 se mantiene en rotación por unos 13 minutos, luego de la cual se hace la descarga del producto húmedo hacia S1.

Es necesario mencionar que el ensayo a nivel planta piloto fue realizado hasta este punto, obteniéndose un producto granulado ligeramente húmedo y homogeneamente teñido de color azul marino. Es indispensable se car el granulado.

- e) El carbofuran granulado que sale de M1 se transportará a S1, en la cual se eliminará

el nivel de humedad desde el 3.09 % hasta el 0.3 % en base seca; para ello se empleará aire caliente que ingresa a S1 en contracorriente a una temperatura de 113°C . El secador S1 será diseñado para secar lotes de 500 kg de carbofuran 5% G en 45 minutos. Los gránulos secos que salen de S1 a 38°C, se depositarán en la tolva T2.

- f) El producto granulado almacenado en T2 debe pasar necesariamente por un tamiz vibratorio provisto de la malla 20/42 , en la cual los polvos se separan de los gránulos y los aglomerados más grandes que la malla 20 son separados. Los polvos separados son tóxicos porque están constituidos principalmente de carbofuran 75% PM. Los gránulos exento de polvos se pasan a la tolva T3, desde la cual se envasan en bolsas de polietileno.
- g) Es necesario destacar que todo el aire del proceso productivo debe ser extraído, incluyendo el aire usado para secar el producto. Esta medida se debe realizar para evitar la contaminación del medio ambiente con trazas de polvo tóxico lo cual sería extremadamente peligroso. La corriente de aire extraído del sistema debe de limpiarse, haciendolo pasar por un ciclón separador de polvos en la cual, gran parte de las partículas sólidas quedarán retenidas.
- h) La corriente de aire que sale del ciclón se asume que está libre de polvo tóxico, pero por razones de seguridad esta corriente de aire se hace pasar por una torre de absorción en la cual es puesta en contacto con agua que tiene pH alcalino, reteniendo y desactivando las últimas trazas de carbofuran

que pudieron pasar el ciclón, de esta manera tendremos la certeza de que el aire que sale al medio ambiente estará libre de polvos tóxicos.

4.9 BALANCE DE MATERIA.

Es oportuno indicar que en la Fig. 4.3 presentamos un esquema del balance general de masa para todo el sistema propuesto, en ella presentamos los flujos de masa que entran y salen de cada uno de los equipos. También hemos realizado algunas consideraciones, primando en todo momento los criterios reales en la operatividad de los equipos.

A continuación mencionamos los más importantes :

El secador rotatorio.

En este equipo hemos considerado que se producirá polvo tóxico debido al roce por fricción entre los gránulos del carbofuran 5% G. El polvo tóxico está constituido principalmente por carbofuran 75% PM teñido de color azul marino en una cantidad estimada de 1.5 % en peso del carbofuran cargado inicialmente; de los cuales el 1% (0.34 kg) es arrastrado por la corriente de aire y el 0.5% (0.17 kg) es arrastrado por los gránulos secos de carbofuran 5% G.

El ciclón.

Como bien sabemos no existe equipo alguno que trabaje con una eficiencia del 100%, por ello he considerado que este equipo trabajará con un 80% de eficiencia, es decir 0.272 kg de carbofuran 75% PM es separado en el ciclón y el 20% o sea 0.068 kg es arrastrado por la corriente de aire.

La torre de empaque.

En este equipo el aire ingresará en un lecho de em

paques que estará inundado con agua alcalina y en su camino tortuoso de ascenso el aire burbujeará en el agua, perdiendo así partículas tóxicas a razón de 0.068 hg/h., obteniéndose de esta manera un aire libre de carbofuran, la que finalmente será enviado al medio ambiente.

El tamiz vibratorio.

Este equipo será muy útil para separar los polvos tóxicos de los gránulos. Los gránulos que salen del secador rotatorio arrastran 0.17 kg/h de carbofuran en polvo, este sería perjudicial en la presentación final del carbofuran 5% G.

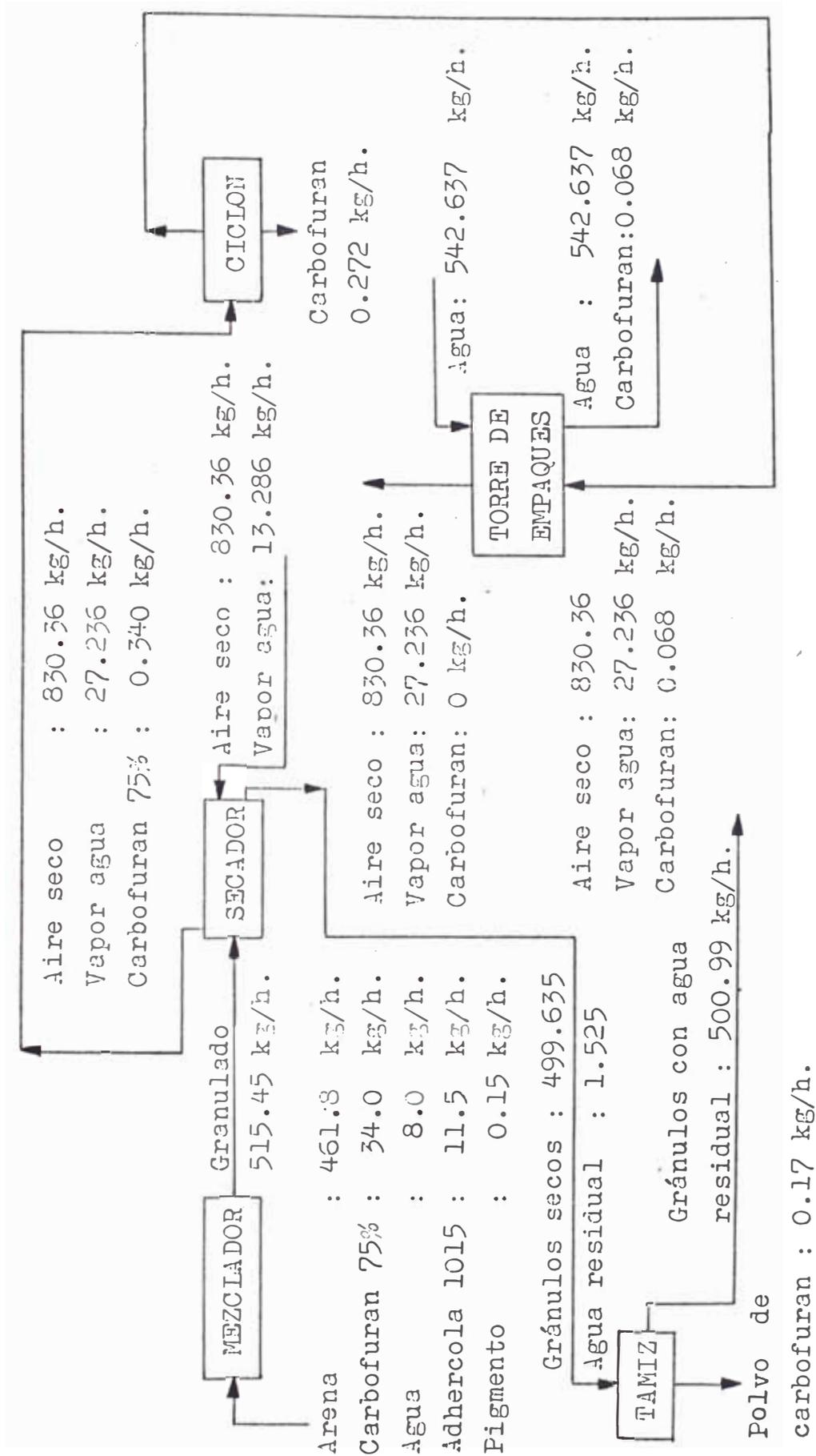


FIG. 4.3 Balance de masa del sistema para una producción de 501 kg/h de carbofuran 5% G.

CAPITULO V

DISEÑO DE EQUIPOS

5.1 DISEÑO DEL SECADOR ROTATORIO.

Consideremos para el diseño, un secador rotatorio que opera a contracorriente, no aislado, la que se va utilizar para secar carbofuran 5% G desde 3.09 hasta el 0.3% de humedad (base seca).

Se va calentar aire atmosférico (de 25°C y 80% de humedad) usando un quemador de gas hasta que la temperatura llegue a 113°C antes de que ingrese al secador, el aire se desea descargar a 40°C.

El sólido granulado ingresa al secador a 18°C y se espera descargarlo a 38°C. Se va introducir al secador 500 kg de sólido seco humedecido con 15.45 kg de agua es decir 515.45 kg de producto húmedo/hora; diseñar completamente el secador, considerar las pérdidas caloríficas como el 15% del calor del gas entrante.

Para los fines de diseño realizar un análisis por zonas y determinar los gradientes de temperatura a lo largo del secador.

Luego de realizar los cálculos de diseño con algunas observaciones, procedemos a indicar las dimensiones finales del secador rotatorio. Los cálculos detallados se muestran en el apéndice 11.1 .

Dimensionamiento del secador rotatorio.

| | | |
|-------------------------|---|---------------|
| Longitud | : | 4.5 m. |
| Diámetro | : | 1.0 m. |
| Número de aletas | : | 9 |
| Separación entre aletas | : | 34.9 cm. |
| Altura de las aletas | : | 9.0 cm |
| Tiempo de secado | : | 45.0 minutos. |
| Velocidad tangencial | : | 0.37 m/sg. |
| Velocidad de rotación | : | 7.0 rpm. |
| Pendiente del secador | : | 0.0042 m/m. |

Bibliografía : Nonhebel (15) , Kern (10), Mc Cabe (13), Treyball (20), Necati (14) y Foust (8).

5.2 DISEÑO DE UN CICLON.

El separador de ciclón, es el tipo más empleado en las instalaciones industriales para la separación de polvos, en el cual los gases cargados de polvo ingresan tangencialmente en una cámara cónica y salen por una abertura central (Fig. 5.1). Las partículas de polvo, en virtud de su inercia, tienden a moverse hacia la pared exterior del separador desde la cual son conducidas a un receptor. Un ciclón es en esencia una cámara de sedimentación en la que la aceleración debida a la gravedad es reemplazada por una aceleración centrífuga. La entrada inmediata a un ciclón normalmente suele ser rectangular.

Los separadores de ciclón ofrecen uno de los procedimientos menos costosos para separar polvos o nieblas desde los punto de vista de su funcionamiento y de la inversión. Los ciclones para separar sólidos o líquidos de gases se aplican en general cuando se trata de partículas de un diámetro superior a los 5 μ .

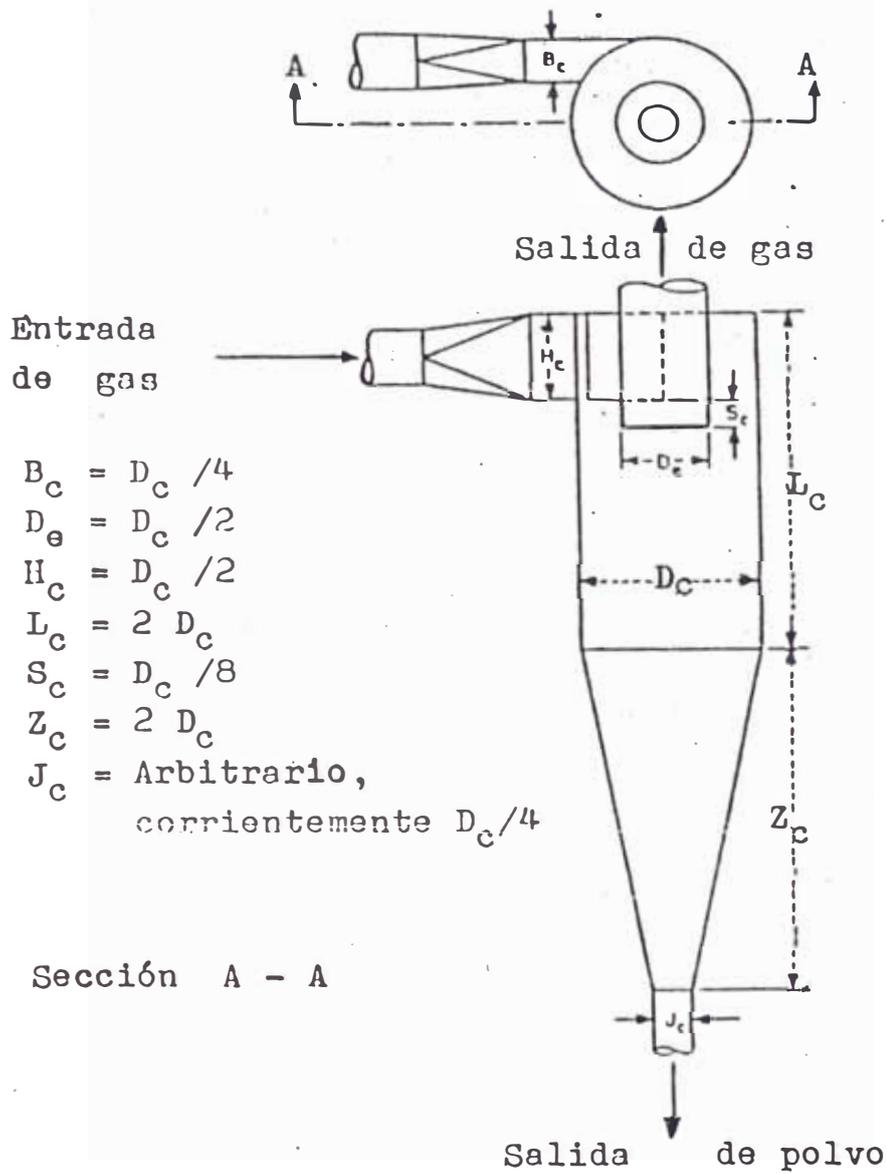


Fig. 5.1 Proporciones del separador de ciclón.

En base a estas informaciones nosotros podemos diseñar nuestro ciclón, teniendo en consideración que las partículas de carbofuran 75% PM pasan la malla 325 de la serie tyler, teniendo un diámetro aproximado de 43 μ .

Para el diseño de este equipo se empleará los conocimientos básicos de flujo de fluidos, especialmente la teoría de la continuidad. Los cálculos detallados se muestran en el apéndice 11.2 .

Dimensionamiento del ciclón.

D_c = Diámetro del ciclón.

D_c = 45.25 cm.

B_c = 11.30 cm.

D_e = 22.60 cm.

H_c = 22.60 cm.

L_c = 90.40 cm.

S_c = 5.65 cm.

Z_c = 90.40 cm.

J_c = 11.30 cm.

Bibliografía : Perry (16) y Mc Cabe (13).

5.3 DISEÑO DE UNA TORRE EMPACADA.

Consideremos una mezcla de gases constituidos por aire seco (830.36 kg/h) y vapor de agua (27.236 kg/h) las que arrastran polvo tóxico de carbofuran 75% PM a razón de 0.068 kg/h., estos componentes se van a burbujear en contracorriente con agua alcalinizada en una torre empacada al azar con anillos Raschig de 1 pulgada de diámetro y de metal. En este equipo se ponen en contacto ambas fases quedando retenida en el agua los polvos tóxicos de tal manera que el gas que sale del equipo esté libre de polvo. La torre opera a una atmósfera de presión e isotérmi

camente a 30°C. Determinar el diámetro de la torre considerando un 50 % de la velocidad de inundación.

Luego de realizar los cálculos de diseño con algunas observaciones, a continuación indicamos las di mensiones finales de la torre empacada. Los cálculos detallados se muestran en el apéndice 11.3 .

Dimensionamiento de la torre.

Diámetro de la torre : 0.7 m.

Caída de presión : 400 (N/m²)/m. de empaque.

Diámetro del empaque : 1 pulg. anillos Raschig.

Ordenamiento empaque : Al azar.

Flujo de líquido que : 542.637 kg. agua/hora.
ingresa a la torre.

Bibliografía : Treyball (20), Peter (17) y
Foust (8).

CAPITULO VI

ESTUDIO DE MERCADO

6.1 INTRODUCCION.

El presente estudio de mercado se encuentra respaldado por las informaciones estadísticas, las que han sido tomadas de fuentes de gran credibilidad como, la oficina de información agraria del Ministerio de Agricultura, de la Sociedad Nacional de Industrias en su departamento de química y finalmente de la división fitosanitaria de la empresa Agroklinge Cía. S.A. .

Estos datos han sido revisados y discutidos con el objetivo de tener una información más real.

6.2 ESTUDIO DE LA DEMANDA.

6.2.1 Análisis de la demanda histórica nacional.

En la tabla 6.1 se muestra la demanda histórica del carbofuran 75% PM, comprendida desde 1987 hasta 1992, en ella se observa que durante los años 1987 y 1988 el volumen de importación es elevada por su reciente incorporación al mercado, pero en los años posteriores la importación comienza a decaer debi

TABLA 6.1

IMPORTACION DEL CARBOFURAN 75% PM

| AÑO | Kg. BRUTO | \$ FOB | \$ CIF |
|------|-----------|-----------|-----------|
| 1987 | 92,216 | 1,409,060 | 1,475,456 |
| 1988 | 103,518 | 1,585,259 | 1,648,252 |
| 1989 | 28,258 | 341,058 | 349,808 |
| 1990 | 17,878 | 227,815 | 236,626 |
| 1991 | 20,316 | 256,982 | 260,045 |
| 1992 | 25,627 | 338,276 | 343,402 |

FUENTE

La Sociedad Nacional de Industrias.

do principalmente al elevado grado de toxicidad que presenta el producto, además de los factores adversos no controlables que ofrece la naturaleza (sequías, granizos, heladas, etc.) y debido también a la gran inestabilidad económica en que estuvo inmerso el país. En los inicios de la presente década, observamos que el nivel de importación comienza a incrementarse lentamente, debido a que actualmente se vive una situación de estabilidad económica, lo que permite realizar inversiones en el campo agrario.

Para contrarrestar el efecto de toxicidad del carbofuran 75% PM, se pretende presentar el mismo producto, pero bajo la forma de un granulado al 5% de concentración del ingrediente activo. El carbofuran 5% G es una formulación lista para ser usada, ya no se necesita disolver ni preparar ninguna solución acuosa, de esta manera se facilita el trabajo del agricultor y su nivel de intoxicación con el producto se reduce al mínimo.

Es oportuno informar que el carbofuran 75% PM, es un producto acabado y su presentación es en forma de un polvo mojable; este producto es importado desde compañías transnacionales cuyas plantas industriales están ubicados en países desarrollados. En la tabla 6.2 mostramos las compañías que los producen y los países en que se fabrican.

6.2.2 Proyección de la demanda nacional.

Para realizar la proyección de la demanda nacional, se considera como referencia los datos estadísticos tomados desde 1973 hasta 1993 de las superficies totales cosechadas expresadas en hectáreas, la que son mostrada

TABLA 6.2

TRANSNACIONALES PRODUCTORAS DE CARBOFURAN 75% PM

| | |
|---|-----------------------------|
| All India Medical Corp. | (India)(Furacarb). |
| Enichem Synthesis S.P.A. | (Italy)(Brifur, Bripoxur). |
| FMC Agricultural Chemical Group | (Usa)(Furadan). |
| Jin Hung Fine Chemical Co. Ltd. | (Korea). |
| Makhteshim - Agan | (Israel)(Carbodan). |
| Sundat Pte. Ltd. | (Singapore). |
| Taiwan Tainan Giant Industrial Co. Ltd. | (Taiwan). |
| Alpha Agro Limited | (Gran Bretaña)(Carbofuran). |

FUENTE :

Far Chemicals Handbook - Pesticide
Dictionary . 1990 .

dos en la tabla 6.3 .

Para realizar la proyección de los próximos 5 años de superficie cosechada de papa, es necesario graficar estos datos de superficie cosechada versus año de producción, en la figura 6.1 se muestra la mencionada gráfica, en la cual se observa que el conjunto de puntos no describe una curva característica, pero la tendencia de la curva es creciente, por eso, la proyección que haremos se realizará en base a una recta, descrita por cuatro puntos definidos por los años de 1984, 1985, 1986 y 1987 de los cuales se determina la pendiente de la recta y se describe la ecuación de la recta con punto de inicio los datos correspondientes al año 1993.

En la tabla 6.4 se muestra la proyección de la superficie cosechada.

Si consideramos optimistamente que el carbofuran 5% G, es capaz de captar solo un 15% de la superficie total cosechada y además que la dosis de aplicación del granulado es de 50 kg/há. (valor determinado experimentalmente por los ing. agrónomos desarrollistas).

En base a estos datos podemos estimar el volumen total de producto que va ser consumido anualmente, este resultado se muestra en la tabla 6.5 .

Hemos considerado conveniente captar solo un 15% del total de superficie cosechada de papa, empleando una política agresiva en la campaña publicitaria, porque incorporar un nuevo insecticida en el mercado de plaguicidas es una labor muy difícil. Actualmente a los agricultores ya no se les convence con charlas técnicas, regalos de promoción, etc.

TABLA 6.3

SUPERFICIE COSECHADA Y PRODUCCION DE PAPA

| AÑO | SUPERFICIE COSECHADA (Ha) | P R O D U C C I O N | |
|------|---------------------------------|---------------------|------------------------|
| | | VOLUMEN (TM) | RENDIMIENTO (TM/Ha) |
| 1973 | 267,685 | 1,713,094 | 6.4 |
| 1974 | 267,920 | 1,722,374 | 6.4 |
| 1975 | 259,720 | 1,639,986 | 6.5 |
| 1976 | 252,810 | 1,667,000 | 6.6 |
| 1977 | 246,843 | 1,615,582 | 6.5 |
| 1978 | 247,191 | 1,695,324 | 6.9 |
| 1979 | 242,003 | 1,695,116 | 7.0 |
| 1980 | 210,082 | 1,511,933 | 7.2 |
| 1981 | 224,053 | 1,832,773 | 8.2 |
| 1982 | 221,257 | 1,721,265 | 7.8 |
| 1983 | 173,216 | 1,317,254 | 7.6 |
| 1984 | 175,152 | 1,452,206 | 8.3 |
| 1985 | 185,631 | 1,556,770 | 8.4 |
| 1986 | 192,178 | 1,657,540 | 8.6 |
| 1987 | 212,434 | 1,707,129 | 8.0 |
| 1988 | 236,215 | 2,108,064 | 8.9 |
| 1989 | 192,309 | 1,690,466 | 8.8 |
| 1990 | 146,435 | 1,153,979 | 7.9 |
| 1991 | 182,959 | 1,450,412 | 7.9 |
| 1992 | 135,047 | 997,589 | 7.4 |
| 1993 | 177,878 | 1,474,786 | 8.3 |

FUENTE :

Ministerio de Agricultura - Oficina
de Información Agraria.

TABLA 6.4

PROYECCION DE SUPERFICIE COSECHADA DE PAPA

| AÑO | SUPERFICIE |
|------|------------|
| | (Ha) |
| X | Y |
| 1994 | 189,717.3 |
| 1995 | 201,556.6 |
| 1996 | 213,395.9 |
| 1997 | 225,235.2 |
| 1998 | 237,074.5 |

CORRELACION : $Y = 11839.3 X - 23417846.9$

Los valores de X ingresan
con cuatro dígitos.

TABLA 6.5

ESTIMACION DE CONSUMO DE CARBOFURAN 5% G.

| AÑO | SUPERFICIE (Ha) | 15% DE SUPERFICIE CAPTADA (Ha) | DOSIS Kg/Ha | TOTAL DE CARBOFURAN (TM) |
|------|--------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------------------|
| 1994 | 189,717.3 | 28,457.595 | 50 | 1422.88 |
| 1995 | 201,556.6 | 30,233.490 | 50 | 1511.67 |
| 1996 | 213,395.9 | 32,009.385 | 50 | 1600.47 |
| 1997 | 225,235.2 | 33,785.280 | 50 | 1689.26 |
| 1998 | 237,074.5 | 35,561.175 | 50 | 1778.06 |

Ahora ellos exigen resultados concretos en el campo, por eso pienso que para promocionar el producto se debe emplear nuevas técnicas de mercadeo. A continuación propongo una técnica :

El vendedor de carbofuran 5% G debe llegar a un acuerdo con el agricultor, para que éste le conceda al vendedor 10 o 15 surcos del terreno que va ser sembrado con papa, por cuenta y riesgo del vendedor. Durante el sembrío el vendedor hace uso del carbofuran 5% G, mientras el agricultor continúa sembrando en el resto de los surcos empleando el o los insecticidas tradicionales. El vendedor retorna al terreno de cultivo después de unos 30 días y procede a evaluar resultados, comparando el terreno tratado con carbofuran 5% G versus el insecticida tradicional; entonces se determina que nuestro producto ha controlado mejor una determinada plaga. Estas evaluaciones en los surcos experimentales se realizan periódicamente hasta la tercera fase de crecimiento de la papa, de esta manera se convencería a los agricultores que nuestro producto controla mejor las plagas.

6.3 BENEFICIOS DEL USO DEL CARBOFURAN 5% G COMPARADO CON EL CARBOFURAN 75% PM.

Carbofuran 75% PM

Este producto es presentado como un polvo mojable y posee un amplio espectro de control de plagas en los diversos cultivos, esta información se muestra en la tabla 6.6 . Aquí podemos observar que para los diversos cultivos, la dosis de aplicación oscila en

TABLA 6.6

PRINCIPALES PLAGAS QUE CONTROLA EL CARBOFURAN 75% PM

| CULTIVOS | PLAGAS | NOMBRE CIENTIFICO | DOSIS Kg/Ha |
|-----------------|--|--|-----------------|
| Papa | Gorgojo de los andes. Pulguilla saltona. Pulgón. Polilla de papa. | Premnotrypes spp. Epitrix parvula. Myzus persicae. Pthorimaea opercu <u>l</u> ella. | 0.8 a 1.2 |
| | Nematode. | Globodera spp. Meloidogyne incogni <u>t</u> a. | |
| Tomate | Mosca cecidomidae. Pulgón. | Prodiplosis spp. Myzus persicae. | 0.8 a 1.2 |
| Maíz | Cañero. Cogollero. | Diatraea saccharalis. Spodoptera frugiperda | 0.8 a 1.2 |
| Zapallo | Perforador de bro <u>t</u> es y frutos. | Diaphania nitidalis. | 1.2 |
| Flor de marigol | Mosca cecidomidae | Prodiplosis spp. | 0.8 a 1.2 |

FUENTE :

División fitosanitaria de Agroklinge Cía. S.A.

tre 0.8 a 1.2 kg/Ha. Este producto posee acción de contacto e ingestión y actúa en forma sistémica cuando es aplicado a nivel de cuello de la planta. Su amplio espectro de acción le permite controlar a una gran variedad de plagas del follaje y del suelo. Para aplicar en el cultivo debe disolverse 60 g de este producto (aproximadamente 6 cucharadas) en una mochila de 15 litros con agua, esto implica que para consumir 1.2 kg se requieren preparar 20 veces la dosis anterior, pero durante estas preparaciones el agricultor queda expuesto a la acción aleatoria del viento que muchas veces esparce el producto en polvo sobre la cara o la piel descubierta, produciendo severas intoxicaciones e incluso hasta la muerte si no se le auxilia inmediatamente.

También debemos de considerar que los agricultores no le dan importancia a las medidas de seguridad que deben tener cuando manipulan un insecticida, algunos agricultores de la costa trabajan teniendo algunas nociones de seguridad, porque poseen máscaras, guantes, botas y mamelucos; en cambio los agricultores de la sierra y selva en su gran mayoría carecen del más mínimo implemento de seguridad, usando en algunos casos pañuelos que cubren su cara a manera de máscaras.

Carbofuran 5% G

El empleo de este producto se restringe especificamente para el cultivo de la papa, cuyo volumen de producción a nivel nacional es muy importante. Este producto granulado se empleará para controlar diversas plagas que atacan a la papa en sus diferentes fases de crecimiento, incidiendo generalmente en las dos primeras fases : siembra - germinación y el crecimiento vegetativo, cuyos gráficos se muestran en la Fig. 6.2 . Bullón (5) y CIP (23).

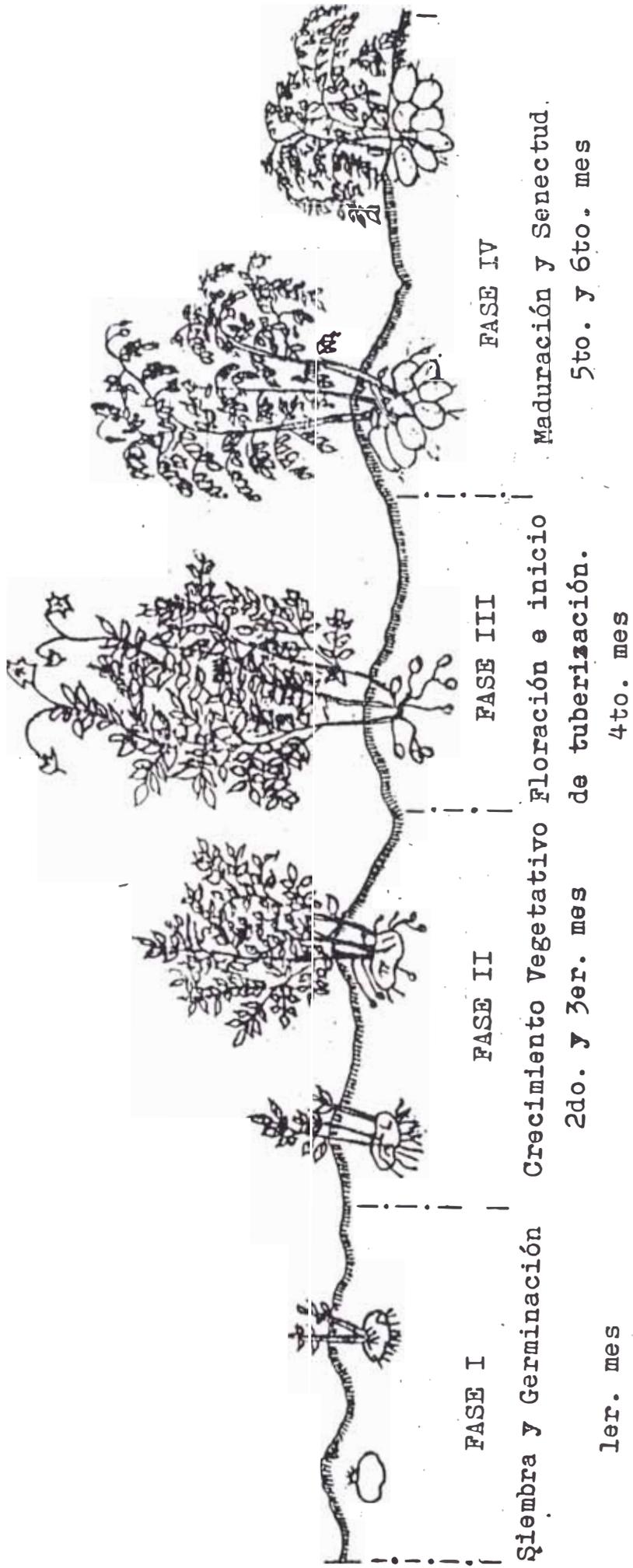


FIG. 6.2 Fases de crecimiento de la papa

En la tabla 6.7 se muestran las principales plagas que controla el carbofuran 5% G, además se observa que para el control de insectos se requiere una dosis de 50 kg/ha y para combatir los nemátodos¹ se requiere una dosis de 60 kg/ha. El carbofuran 5% G es un producto listo para ser usado; se puede aplicar a chorro continuo en el surco abierto o alrededor de las plantas formando una banda o anillo de 15 a 25 cm. de ancho. Cuando la aplicación se efectúa a la siembra, se logra la acción insecticida y nematocida, obteniéndose así los máximos beneficios en el cultivo; luego de aplicado el producto debe cubrirse con una capa de tierra no menor de 5 cm. (aporque)².

Como hemos mencionado, esta nueva presentación del producto mantiene inalterable las propiedades benéficas de insecticida, nematocida y sistémico³.

El carbofuran 5% G controla eficientemente los nematodos que viven dentro de las raíces formando quistes o agallas, también cuando es aplicado al suelo se disuelve en el agua y elimina toda clase de plagas del suelo que se encuentran dentro del área de aplicación. Buena parte del producto es absorbido por las raíces y es trasladado a los puntos de crecimiento del cultivo protegiéndolo de esta forma contra los ataques iniciales de pulgones y cigarras.

(1) Nemátodos : son criaturas de cuerpo filiforme, de poco menos de un milímetro de largo, algunos son visibles a simple vista, que viven a expensas del contenido celular de tejidos vegetales, de raíces, tallos, hojas y frutos.

El nemátodo meloidogyne produce deformaciones y nudos en las raíces de la papa, tomate, etc.

TABLA 6.7

PRINCIPALES PLAGAS QUE CONTROLA EL CARBOFURAN 5% G

| CULTIVO | PLAGAS | NOMBRE CIENTIFICO | DOSIS kg/Ha |
|---------|-----------------------|---|----------------|
| PAPA | Gorgojo de los andes. | Premnotrypes spp. | 50 |
| | Pulguilla saltona. | Epitrix parvula. | 50 |
| | Pulgón. | Myzus persicae. | 50 |
| | Polilla de papa. | Pthorimaea opercu lella. | 50 |
| | Nemátodes | Globodera spp. Meloidogyne inconita. | 60 60 |

FUENTE :

División fitosanitaria de Agroklinge Cía. S.A.

- (2) Aporque : es el proceso de cubrir con más tierra al pie del tallo de las plantas, para el caso de la papa este proceso sirve para cubrir los pequeños tubérculos y fijar la raíz a más profundidad
- (3) Sistémicos : son compuestos químicos que son absorbidos por la planta y se trasladan a través de sus tejidos (sobre todo por los sistemas vasculares) en cantidades suficientes para ser efectivos en los puntos de acción (hojas, brotes, etc.) durante un cierto tiempo.

CAPITULO VII

HIGIENE INDUSTRIAL

7.1 PRECAUCIONES GENERALES DE HIGIENE INDUSTRIAL.

El carbofuran 75% PM, es extremadamente venenoso por ello cuando este material se maneja sin el debido cuidado, puede ocasionar una severa intoxicación e incluso hasta la muerte. El envenenamiento mortal puede producirse de varias maneras : por contacto con la piel, por ingestión o por inhalación.

Para evitar enfermedades y muertes se debe tener un extremo cuidado durante su manipulación, además se debe cumplir fielmente las normas de seguridad.

Las normas generales que a continuación se indican deben ser cumplidas estrictamente por el personal de planta bajo la supervisión permanente del ingeniero Jefe de planta. GIFAP (24).

1. El personal de planta debe usar siempre los implementos de seguridad la que estará constituido por : mamelucos, botas de goma, guantes de hule, delantal de hule, gafas protectores de ojos, cascos protectores y máscaras contra los gases o caretas para usarse en presencia de polvos tóxicos y vapores orgánicos.

2. Cuando se derrama accidentalmente pesticidas líquidos se contamina la ropa del trabajador, éste debe quitárselo inmediatamente y lavar cuidadosamente con abundante agua y jabón, todas las partes del cuerpo que haya sido afectado.
3. Las manos y cara deben lavarse bien antes de comer, beber o fumar. En principio no se permiten tener alimentos, bebidas o tabaco en ninguna de las áreas de producción.
4. Es necesario usar ropa limpia todos los días y esta debe cubrir la mayor parte del cuerpo. El agua tanto para beber como para el aseo personal con excepción de las regaderas de emergencia deben estar fuera del área de producción.
5. Antes de que un personal abandone la planta de producción es menester obligarlo a que se quite la ropa de trabajo y la coloque en un depósito especial para llevarla a la lavandería.
6. Los vestidores deben estar lejos del área de producción y en ellos cada operario debe bañarse y vestirse con ropa diferente, antes de salir a la calle.
7. El personal de mantenimiento de planta debe cumplir las mismas normas y debe usar los implementos de seguridad.
8. Si durante el trabajo se diera el caso en que un operario tiene signos de intoxicación, se debe dar aviso inmediato al jefe de planta, quien actuará de inmediato para dar los auxilios del caso.
9. Se debe hacer un control permanente en la salud del personal de planta, sobre todo en los niveles de la colinesterase en la sangre, para detectar un bajo nivel de riesgo. Se sugiere un control cada seis meses.
10. No se permitirá que personas ajenas a planta ingresen a ésta sin previa autorización del jefe de

planta. Los visitantes usarán implementos de seguridad como: cascos y respiraderos.

7.2 PRECAUCIONES EN EL MANEJO DE EQUIPOS DE PLANTA.

Es menester que el personal de planta tome conciencia que antes de iniciar el proceso de formulación del carbofuran 5% G, se deben de verificar el buen estado de cada uno de los equipos que se van a manejar.

Durante la formulación es necesario considerar las siguientes medidas :

1. Todos los sistemas que están en contacto con el carbofuran 75% PM, deben estar sellados herméticamente, este procedimiento debe verificarse constantemente.
2. Todo el aire extraído del sistema, como también el aire usado para secar los gránulos pasan necesariamente por el ciclón separador de polvos seguido por un lavado de aire con agua que tiene pH alcalino. El polvo recuperado del ciclón es devuelto al sistema.
3. El punto de carga del carbofuran concentrado es equipado con un sistema de extracción para sacar el polvo. Este aire extraído es enviado al ciclón separador de polvos.
4. La abertura de carga es un área de potencial riesgo. Está equipado con un sistema de extracción de polvo/vapor e instalado en una habitación separada para prevenir el esparcimiento del polvo. La operación de cargar el producto es mecanizado para que haya una presencia mínima del operador en la cercanía.
5. Los envases vacíos de carbofuran concentrado tienen que ser tratados con el debido cuidado. Deben ser descontaminados inmediatamente después

de vaciar su contenido y luego deben ser destruidos. No deben ser usados para otros fines.

6. Es necesario instalar un sistema de monitor en la salida del aire y otro dentro de la planta para dar la alarma en caso de una pérdida de polvo o vapor tóxico.
7. Una vez culminado el proceso de formulación, los equipos de planta que han estado en contacto con el carbofuran concentrado, son lavados con la solución acuosa de cal viva que tiene pH alcalina la que a su vez degradará los residuos de carbofuran

CAPITULO VIII

IMPACTO AMBIENTAL

8.1 REPERCUSION ECONOMICO DE LAS PLAGAS EN LA AGRICULTURA.

Cuando los insecticidas se aplican en grandes extensiones solo quedan muy pocos insectos locales, pero los restantes son los que más resisten al agente destructivo. Después de varias generaciones, esta selección hace que los insectos sobrevivientes sean cada vez más resistentes al agente destructor. Con el tiempo puede presentarse una resistencia completa. Austin (1).

Las invasiones de los insectos en forma de plagas representan una pérdida para la agricultura que en su época normal supone cerca de un 10% de la producción anual, como término medio, aunque en casos excepcionales pueden llegar hasta el 20%; es decir la quinta parte del valor total de la producción agrícola de un país queda a merced de la caprichosa y fatal distribución de los insectos perjudiciales a la agricultura. Blas (4).

La pérdida anual atribuida a las plagas es de cerca del 10% del valor de la producción total por año, quizá 15,000 millones de dólares solo en los

Estados Unidos. Sin un control químico y medios au
xiliarios como el control integrado de plagas, las
pérdidas serían muy cuantiosas y la calidad de los
productos demasiado baja para aceptarse. Cada ciuda
dano debe estar conciente de esta gran pérdida y a
yudar en las campañas contra los enemigos normales
y constantes. Sin el uso de pesticidas podríamos mo
rir de hambre. El empleo de pesticidas es un paso
muy importante para la conservación de los recursos
y el aumento de la productividad en el suelo. Austin
(1).

El control integrado de plagas tiene como obje
tivo la protección de los depredadores naturales con
frecuencia destruidos indiscriminadamente por el a
gente destinado a eliminar la plaga, favorecer las
enfermedades naturales en las plagas y el control
del problema utilizando la cantidad mínima de pesti
cidas.

8.2 DESEQUILIBRIO ECOLOGICO.

El equilibrio biológico como la obra del crea
dor que limita la vida y desarrollo excesivo de unos
seres frente a otros, ha sido roto por el hombre.
De un lado la vida humana, en colonias compactas y
condiciones higienicas no perfectas, ofrece a ci
ertos parásitos un habitat ideal para su desarrollo y
multiplicación; y de otro; la agricultura intensiva,
con zonas específicas de cultivo y abundancia de la
misma especie de planta, crea también ideales ja
rdines y espléndidas no solo de la planta cultivada, si
no de los insectos que sobre ella se desarrollan.
Blas (4).

Actualmente los insectos se clasifican en más
especies (cerca de un millón) que cualquier otra for
ma de vida animal y es una de las formas de vida más

difíciles de destruir. Alrededor del 1% de las es pecies presentan peligro para los humanos y anima les. Los seres humanos y las plagas libran una con tinua batalla por su alimentación y abrigo.

La eliminación de una especie en un sistema e cológico da como resultado la multiplicación de las que competían con ella. En numerosas ocasiones la a plicación de insecticidas ha provocado la elimina ción depredadores y, con ello, la multiplicación de sorbitada de la población de otros tipos de insectos en muchos casos dañinos, poco afectados por el insec ticida. Por ejemplo, el uso del DDT y el HCH en fru tales produjo aumentos espectaculares de las pobla ciones de algunos ácaros.

Otros desequilibrios ecológicos se produce a causa de la dispersión de los tratamientos que, al afectar a la fauna, dan lugar a la disminución con tinua de la población de algunas especies. Así por ejemplo, después de los tratamientos masivos con plaguicidas tóxicas en extensas áreas, se ha obser vado una importante mortandad en ciertas especies de aves y alteraciones en el mecanismo de formación de la cáscara del huevo, que se rompen fácilmente du rante el período de incubación.

Los pájaros de algunas regiones mueren en al gunas ocasiones por alimentación de insectos o gra nos contaminados por plaguicidas. Por todo ello, el tratamiento con plaguicidas de regiones agrícolas o forestales extensas requieren un gran cuidado.

Cuando las áreas tratadas están situados en la vecindad de ríos y lagos se observan desequilibrios subsiguientes en el planctón¹, así como la disminu ción de la población de crustáceos y peces.

(1) Planctón : Masa de seres vivientes, animales y vegetales que flotan o viven en suspensión en a_

guas dulces o saladas.

El vertido involuntario o no controlado de las cantidades importantes de plaguicidas en el medio ambiente representa un serio peligro para la fauna y para el hombre.

8.3 EFECTO RESIDUAL DEL INSECTICIDA EN ALIMENTOS.

El tratamiento de los cultivos y cosechas con plaguicidas supone un riesgo de contaminación para los alimentos y como consecuencia una posible intoxicación de los consumidores. Por ello muchos países han establecido unas tolerancias residuales de plaguicidas en los que se especifica la cantidad máxima, en partes por millón (ppm), que puede admitirse en los alimentos. Estas tolerancias se establecen en base a la toxicidad del producto activo y a la proporción del alimento en la dieta usual.

Para evitar la presencia de un residuo superior al tolerable se determinan los tiempos mínimos que deben transcurrir desde la última aplicación del insecticida y la recolección de la cosecha. Para el caso de nuestro producto carbofuran 5% G, el tiempo mínimo es de 60 días.

Los organismos internacionales como la FAO y la OMS, han definido los conceptos de ingestión diaria aceptable, nivel permisible y tolerancia residual de la siguiente forma :

La ingestión diaria aceptable (IDA).

La IDA de un compuesto es la dosis máxima diaria que puede ingerirse sin que ocasione daños detectables durante la vida de un ser. La IDA para el hombre se determina a partir de los valores correspondientes a otros animales; se expresa en mg. del producto tóxico ingerido diariamente por kg. de peso del animal.

El nivel permisible (NP)

El NP es la máxima concentración de un plaguicida que puede contaminar un determinado alimento dispuesto para el consumo sin riesgo de toxicidad crónica; se expresa en ppm. Debido a la diversidad de costumbres alimenticias este factor es distinto en los diferentes países e, incluso, en las regiones de cada país; por tanto, para establecer el nivel permisible de un plaguicida es necesario tener un conocimiento adecuado de la dieta media de las respectivas poblaciones.

La tolerancia residual (TR)

La TR de un plaguicida es la concentración máxima permitido por las leyes de un país, para dicho producto, en un determinado alimento. Esta tolerancia se expresa en ppm y no debe ser superior al NP. Normalmente esta tolerancia oscila entre algunas centésimas y 10 ppm, según el plaguicida y el alimento tenidos en consideración. Para el caso del carbofuran 5% G la tolerancia residual permitido en la papa es de 1 ppm.

Una de las legislaciones mas completas sobre residuos de plaguicidas es la de los Estados Unidos y una de las más rigurosas es la de Alemania.

CAPITULO IX

CONCLUSION

1. Si se dispone de un ingrediente activo en forma de un líquido o en polvo, es posible formular un insecticida granulado empleando cualquiera de las técnicas de impregnación.
2. La formulación de un insecticida granulado exige que el inerte sea compatible con el ingrediente activo, es decir una vez impregnado el activo sobre el inerte no debe producirse reacción química alguna entre ellos, aún cuando el producto se encuentre almacenado.
3. La gran mayoría de los insecticidas granulados que se encuentran en el mercado de plaguicidas están teñidas con diferentes tonos de color oscuro. En base a nuestra experiencia ahora podemos entender porque necesariamente hay que teñir el producto y la explicación es simple. Cuando se impregna el activo sobre los granulos, estos no cubren por completo a cada gránulo, este defecto pone al descubierto el tipo de inerte empleado, por eso al realizar el teñido estos defectos son atenuados.
4. Los defectos observados en la formulación del carbofuran 5% G, no implica que el producto en general tenga una concentración menor del 5%, lo cual nos obliga a realizar un análisis de control de calidad para ve

rificar el contenido del ingrediente activo, después de cada formulación.

5. La presentación final del carbofuran 5% G, teñida de color azul es muy buena, además este color identificaría nuestro producto en el mercado de plaguicidas, diferenciándose de los demás productos granulados.
6. La preparación de la solución de adhesivo es absolutamente crítica, por lo que se recomienda preparar bien la proporción de adhesivo-agua, cualquier alteración en la dosis determinada experimentalmente dará lugar a que la solución sea bien acuosa o demasiado viscosa. En caso de ser una solución bien acuosa la impregnación sobre la arena no será buena; pero si la solución fuera viscosa también sería perjudicial durante la aspersión, porque la solución al salir de la boquilla dispersora lo hará en forma de chorro y no en finas gotas impregnando defectuosamente la arena.
7. Al realizar el ensayo experimental a nivel piloto formulando un batch de 500 kg. de carbofuran 5% G, primero se hace la aspersión de la solución de adhesivo, luego se impregna la arena húmeda con carbofuran 75% PM, acto seguido se realiza un post-mezclado por 15 minutos para homogenizar la mezcla y posteriormente se hace la descarga del producto húmedo en pequeños cilindros donde se almacenan transitoriamente, entonces observamos que en las paredes internas del mezclador queda adherido parte del producto formulado, si no se limpia de inmediato el producto se seca y queda pegado como una capa de concreto, por eso para evitar este problema se ideó colocar una cadena de 1.5 m. de longitud dentro del mezclador. Un extremo de la cadena es fijada en una de las aletas, de modo tal que en cada rotación el extremo libre de la cadena golpea continuamente las paredes del mezclador logrando desprender la capa de producto.
8. El carbofuran 5% G húmedo, no debe almacenarse por nin

gún motivo más de dos horas porque los gránulos comienzan a aglomerarse hasta formar grandes terrones que al secarse se ponen duro como el concreto, por ello es recomendable que el carbofuran 5% G descargado del mezclador pase inmediatamente al secador rotatorio.

9. El carbofuran 5% G como producto final debe estar libre de polvo tóxico, por ello en el diagrama de flujo se considera importante que el producto que sale del secador debe pasar necesariamente por un tamiz vibratorio para separar los polvos de los granulados; en este equipo se ha previsto separar 0.17 kg/h del polvo tóxico.
10. Para el diseño del ciclón, se considera que el 1% del principio activo impregnado en los gránulos, serán arrastrados básicamente por la corriente de aire caliente que sale del secador rotatorio, de tal modo que 0.34 kg/h pasarán al ciclón separador de polvos, en la cual quedará retenido 0.272 kg/h (considerando 80% de eficiencia); los 0.068 kg/h del polvo tóxico serán arrastrados por la corriente de aire que va hacia la torre de empaques.
11. En la torre de empaque el líquido de lavado retendrá 0.068 kg/h de carbofuran 75% PM, este líquido es recirculado constantemente a la torre. El agua de lavado debe tener un pH alcalino para desactivar la propiedad insecticida del carbofuran y debe ser renovado cada dos días.
12. La supuesta pérdida del 1.5% en peso del carbofuran 75% PM, no afecta en nada la concentración final del producto granulado, porque esta pérdida ha sido prevista durante la formulación. El polvo tóxico recuperado en el ciclón y en el tamiz son devueltos al mezclador rotatorio.

CAPITULO X

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Austin T. George. " Manual de procesos químicos en la industria ".
Editorial Mc Graw Hill, 1ra. edición, Mexico. 1988.
962 pág.
2. Barcelé José R. " Diccionario terminológico de química ".
Editorial Alhambra S.A. , 2da. edición, España. 1979.
744 pág.
3. Bengolea P. Oscar. " Insectos y otros animales que atacan a las plantas cultivadas en el Perú ".
Sociedad entomológica del Perú - UNA, 1ra. edición,
Perú. 1983.
228 pág.
4. Blas y Alvarez Luis. " Química de los insecticidas ".
Ediciones Aguilar S.A. , 1ra. edición, España. 1951.
208 pág.
5. Bullón Ferreyra Oscar. " Producción y protección de cultivos ".
Editores e Impresores S.R.L., 1ra. edición, Lima - Perú. 1985.
110 pág.
6. Cisneros Vera Fausto. " Principios del control de plagas agrícolas "

Ediciones Pacific Press S.A. , 1ra. edición, Lima - Perú. 1980.

189 pág.

7. Corrales Noriega, Jesus Eleodoro. " Anteproyecto de la instalación de una planta de dietil - paranitro fenol - tiofosfato como insecticida de uso agrícola " . Tesis en Ingeniería Química UNMSM. 1988.
111 pág.
8. Foust Alan S. " Principios de operaciones unitarias " . Compañía Editorial Continental S.A. , 1ra. edición , Mexico. 1985.
704 pág.
9. Kent James A. " Manual de Riegel de química industrial " . Compañía Editorial Continental S.A. , 1ra edición , Mexico. 1984.
896 pág.
10. Kern Donald Q. " Procesos de transferencia de calor" . Compañía Editorial Continental S.A. , 18ava edición , Mexico. 1984.
980 pág.
11. Lange Norbert - Dean John. " Handbook of Chemistry " . Editorial Mc Graw Hill. , 10ma edición, New York - Estados Unidos de N.A. 1967.
2001 pág.
12. Morrison Thornton - Boyd Neilson. " Química Orgánica" . Fondo Educativo Interamericano S.A., 1ra edición. Estados Unidos de N.A. 1976.
1291 pág.
13. Mc Cabe Smith. " Operaciones básicas en ingeniería química " . Editorial Reverté S.A. , 1ra edición, España. 1981.
1048 pág.
14. Necati Ozisik M. " Transferencia de calor " . Editorial Mc Graw Hill Latinoamericana S.A., 1ra edición, Colombia . 1979.

- 542 pág.
15. Nonhebel G. - Moss A. " El secado de sólidos en la industria química ".
Editorial Reverté S.A. , 1ra edición, España. 1979.
354 pág.
 16. Perry John H. " Manual del ingeniero químico ".
Editorial Mc Graw Hill., 2da edición, Mexico. 1982.
1986 pág.
 17. Peter Max - Timmerhaus Klaus. " Diseño de plantas y su evaluación económica para ingenieros químicos ".
Editorial Geminis S.R.L. , 2da edición, Buenos Aires - Argentina. 1978.
881 pág.
 18. Primo Yúfera - Carrasco Dorrién. " Química agrícola, pesticidas y fitorreguladores ".
Editorial Alhambra S.A., 1ra edición, España. 1986.
639 pág.
 19. Robert - Stewart - Casserio. " Química Orgánica : de metano a macromoléculas ".
Fondo Educativo Interamericano S.A. , 1ra edición, Colombia. 1974.
744 pág.
 20. Treyball Robert E. " Operaciones de transferencia de masa ".
Editorial Mc Graw Hill., 2da edición, Mexico. 1980.
858 pág.
 21. Wade Van Valkenburg. " Pesticide Formulations ".
3 M Company, Central Research Laboratories, Minnesota.
Marcel Dekker, Inc., 1ra edición, New York - Estados Unidos de N.A. 1973.
568 pág.
 22. Boletín técnico del carbofuran N^o 01 AK del 28-01-91.
Alpha Agro Limited, Jersey, Gran Bretaña. 1991 .
30 pág.
 23. Centro Internacional de la papa. " Principales enfermedades, nematodos, insectos y ácaros de la papa ".

- Edición del CIP. , lra edición, Lima - Perú. 1985.
44 pág.
24. GIFAP. " Normas para la manipulación segura de insecticidas durante su formulación, envasado, almacenamiento y transporte ".
Edición española publicado por la International Group of National Associations Manufactures of Agrochemical products. 1984.
84 pág.
25. Environmental Protection Agency. " Far Chemical Handbook - Pesticide Dictionary ".
Edición EPA., 2da edición, Estados Unidos de N.A. Publicado en 1990.
863 pág.
26. London Press Service : Octubre 1984. " La naturaleza en el control de las plagas de huertos frutales ".
Revista " Desde el Surco ". N^o 45 : pág. 40-41.
27. Cimpec - OEA - Bogotá : Agosto 1985. " La cafeína : de estimulante a insecticida ".
Revista " Desde el Surco ". N^o 50 : pág. 22.