

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
UNIDAD DE QUIMICA



**DETERMINACION DE RESIDUOS DE MANCOZEB EN MUESTRAS DE
REPOLLO (Brassica oleracea var. capitata), EN CINCO CANTONES DE
SAN IGNACIO, CHALATENANGO.**

POR :

✓ EDGAR ALIRIO HERNANDEZ DELGADO

✓ FREDY ANTONIO AYALA MORALES

✓ RAFAEL MEDINA

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE :
INGENIERO AGRONOMO

SAN SALVADOR, MARZO DE 1997.

T-UES
1304
H 557
1997

1352
EJ 1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

: DR. JOSE BENJAMIN LOPEZ GUILLEN

SECRETARIO GENERAL

: LIC. ENNIO LUNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

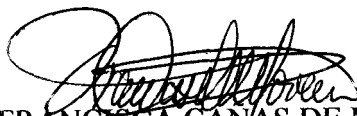
DECANO

: ING. AGR. JORGE RODOLFO MIRANDA GAMEZ

SECRETARIO

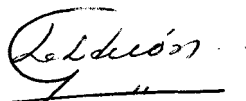
: ING. AGR. LUIS HOMERO LOPEZ GUARDADO.

JEFE UNIDAD DE QUIMICA



DRA. FRANCISCA CAÑAS DE MORENO

ASESORES :

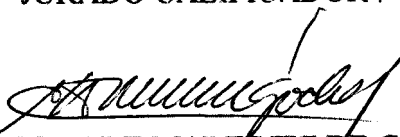


DRA. GLORIA RUTH CALDERON



DRA. FRANCISCA CAÑAS DE MORENO

JURADO CALIFICADOR :



LIC. CLEOTILDE MARTINEZ DE GOCHEZ



ING. AGR. OSCAR MAURICIO CARRILLO TURCIOS



ING. AGR. MARIO ALFREDO PEREZ ASCENCIO

RESUMEN

La investigación se realizó en cinco cantones que pertenecen a la jurisdicción de San Ignacio, departamento de Chalatenango, a 95 Km de San Salvador, entre las longitudes $89^{\circ} 04'$ y $89^{\circ} 09'$ y las latitudes $14^{\circ} 19'$ y $14^{\circ} 21'$ a una elevación de 1960 msnm. El objetivo fue determinar el contenido de residuos de **Mancozeb** presentes en las muestras de repollo cultivadas en los cinco cantones, como base al establecimiento de recomendaciones para un mejor uso y manejo del producto investigado.

Dicho estudio se llevó a cabo durante los meses de marzo a agosto del año mil novecientos noventa y seis; realizándose en tres fases: la primera fase consistió en un previo diagnóstico de la zona, la cual tuvo una duración de seis días; la segunda y tercera fase, comprendió el monitoreo por medio de la recolección de muestras y análisis de laboratorio respectivamente, con una duración de 123 días, comprendidos del 18 de marzo al 17 de julio. Para ello se realizó un muestreo al azar; el número de muestras por cantón se obtuvo multiplicando el factor de muestreo por el número de agricultores de cada cantón haciendo un total de 25 muestras.

Dichas muestras fueron analizadas en los Laboratorios de la Unidad de Química de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, con el método de destilación por arrastre de vapor y determinación espectrofotométrica.

Los resultados indican que el 12% de las muestras analizadas

se encontraban contaminadas con cantidades mínimas de residuos, presentando valores de 0.26, 0.32 y 1.96 ppm, sin embargo, el 88% de muestras restantes, se hallaron cantidades inferiores al límite de detección (LD) del aparato (0.18 ppm).

En base a los resultados obtenidos se concluyó que las pequeñas cantidades de residuos de mancozeb encontrados, están relacionadas a las bajas dosis y frecuencias utilizadas por el agricultor. Dichos residuos presentes en las muestras analizadas, se encuentran dentro de los límites permisibles de residuos, especificados por FAO/Codex Alimentarius, por lo que no representa peligro alguno a la salud del consumidor.

AGRADECIMIENTOS

ASESORES :

- Dra. Francisca Cañas de Moreno y personal de la Unidad de Química de la Facultad de C.C.A.A, por su colaboración desinteresada.
- Dra. Gloria Ruth Calderón, por el apoyo y excelentes aportes de su experiencia en la determinación de residuos de pesticidas

INSTITUCIONES :

- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (IICA), en especial al DR. Juan León, jefe del programa de Sanidad Animal y Vegetal; por su valiosa colaboración e interés mostrado en la investigación.
- ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS), de la manera mas sincera a la Ing. Ana Isabel Quan, responsable del proyecto de Saneamiento Ambiental, por su valiosa cooperación.
- DR. FRANCISCO FAGIOLI.
Por sus notables aportes en la realización de análisis y procesamiento de resultados.
- SR. ROBERTO CASTRO
Por su ayuda en la etapa de muestreo.

A LOS MIEMBROS DEL JURADO EVALUADOR :

- Lic. Cleotilde Martínez de Góchez
- Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Turcios
- Ing. Agr. Mario Alfredo Pérez Ascencio

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :

Por darme la voluntad y entendimiento necesario para seguir adelante en mis estudios, hasta logra el objetivo propuesto.

- A MIS PADRES.

José Ayala Aguirre (Q.D.D.G) y María Jesús Morales Vda. de Ayala, cuyo sacrificio, comprensión y fé estuvieron presentes a lo largo de mi carrera.

- A MI ESPOSA.

María de Los Angeles Vanegas: que con su amor y entrega, compartió mis desvelos y preocupaciones, y me dió aliento para poder superarme.

- A MIS HIJOS.

Fredy Bladimir y Hermes Edenilson : quienes me motivaron a seguir adelante y servirles de ejemplo en el futuro.

- A MIS HERMANOS

Elba, Elías, Betty, René, Jaime, Nelly, karina y Ana Aracely; por el apoyo y comprensión brindado durante todos mis años de estudio.

- A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

Rafael Medina, Alirio, David, Corvera, Jesús vidal, Mira, Miguel Ruiz, Julio Medrano, Nicomedes.

Fredy A. Ayala

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO :

Por haberme regalado la vida e iluminado para lograr terminar mi carrera y darme fortaleza y confianza para enfrentar las adversidades y obstaculos presentados.

A MIS PADRES :

José Alberto y Crucita, con amor y respeto por sus sacrificios, comprensión y apoyo absoluto brindado en todas las etapas de mi vida, sin cuya ayuda no hubiera sido posible culminar mi carrera.

A MIS HERMANOS :

Jorge Alberto, Ana Celia y Remberto Anibal, por haberme comprendido en los momentos difíciles.

A MIS TIOS :

Ana Francisca, Jairo Otoniel, Raúl Daniel y Manuel Antonio por su apoyo sincero.

Edgar Alirio Hernández D.

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO :

Por haberme iluminado durante todos estos años, otorgandome la fortaleza, paciencia y sabiduria necesaria para alcanzar la meta.

A MIS PADRES :

Eulalio Portillo Rochack (Q.D.D.G) y Candelaria Medina, por el amor, comprensión, sacrificio y confianza que siempre tuvieron en mi, pero sobre todo por darme la vida.

A MIS HERMANAS :

Alma Elizabeth Medina, Laura Lorena Medina y Zoila Concepción Medina, por el apoyo que me brindaron cuando más lo necesité, gracias al cual pude coronar mis estudios.

A MI ESPOSA :

Alma Yanira Chávez, por haber compartido mis preocupaciones y desvelos, y por brindarme amor y apoyo.

A MI HIJA :

Jackeline Elizabeth Medina, cuya alegría e inocencia, motivó mis deseos de superación y a la vez serle de ejemplo en el futuro.

A MI CUÑADO Y SOBRINOS :

Jorge Alberto Miranda, William, Chamby, Alejandra, respectivamente, por estar siempre conmigo.

Rafael Medina

INDICE

PAGINA

RESUMEN	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
INDICE DE CUADROS	xiv
INDICE DE FIGURAS	xvi
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1 Control de Enfermedades	3
2.2.1 Fungicidas	3
2.2.1.1 Clasificacion de los fungicidas .	4
2.2 Generalidades del Mancozeb	6
2.2.1 Nombres Comerciales	6
2.2.2 Modo de Acción	6
2.2.3 Enfermedades que controla	6
2.2.4 Composición Química	7
2.2.4.1 Estructura Química	7
2.2.5 Solubilidad	7
2.2.6 Grado de Toxicidad	7
2.2.7 formas de Uso	7
2.2.8 Dosis	8
2.2.9 Toxicologia	8

2.3	Aspectos Generales sobre Residuos Plaguicidas...	9
2.4	Factores que influyen en la degradación de residuos en pre-cosecha	11
2.5	Influencia del Crecimiento del fruto en la Concentración de residuos	12
2.6	Absorción de residuos por las plantas y sus frutos	13
2.7	Expresión analítica de los residuos	14
2.8	Establecimiento del límite máximo de residuos...	14
3.	MATERIALES Y METODOS	16
3.1	Localización	16
3.2	Características Climáticas del lugar	16
3.2.1	Zona Ecológica	16
3.2.2	Temperatura	16
3.2.3	Humedad relativa	17
3.2.4	Precipitación	17
3.2.5	Viento	17
3.3	Topografía	17
3.4	Recursos Hídricos	18
3.5	Suelos	18
3.6	Vías de acceso	18
3.7	Duración de la fase de campo	19
3.7.1	Fase pre-experimental	19
3.7.2	Fase experimental	20

3.8	Distribución, Cantidad y número de productores a muestrear en el area de estudio	20
3.8.1	Tamaño de muestra	21
3.8.2	Factor de muestreo	23
3.8.3	Tamaño de submuestra	24
3.9	Toma de muestras	25
3.10	Encuesta a productores	26
3.11	Almacenamiento de muestras	27
3.12	Método de destilación por arrastre de vapor y determinación espectofotamétrica	27
3.13	Recursos de laboratorio	29
3.13.1	Aparatos	29
3.13.2	Materiales	29
3.13.3	Reactivos	30
3.14	Procedimientos del Método	30
3.14.1	Preparación de la muestra	30
3.14.2	Desarrollo y absorbimiento del sulfuro de Carbono	31
3.14.3	Determinación espectofotométrica	32
3.14.4	Curva de Calibración	32
3.14.5	Cálculos de residuos	32
3.14.6	Pruebas analíticas y estadísticas para la determinación de la confiabilidad del método espectrofotométrico en la	

	detección de Mancozeb	33
	3.14.6.1 Prueba de recuperación	33
	3.14.6.2 Prueba de precisión	34
	3.14.6.3 Límite de detección	34
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	36
4.1	Análisis de residuos por el método de destilación por arrastre de vapor y determinación espectrofotométrica	36
4.2	Relación del contenido de Mancozeb y encuesta realizada a productores	38
4.3	Parámetros meteorológicos	44
5.	CONCLUSIONES	47
6.	RECOMENDACIONES	48
7.	BIBLIOGRAFIA	49
8.	ANEXOS	55

INDICE DE CUADROS

CUADRO

PAG.

1. Distribución y cantidad de productores que utilizan mancozeb en la zona de San Ignacio, Depto. de Chalatenango, Marzo 1996 21
2. Cálculo del tamaño de la submuestra, que representa el número de productores a muestrear, en cinco cantones del municipio de San Ignacio Depto. de Chalatenango, Marzo 1996 25
3. Residuos de mancozeb (ppm) en muestras de repollo en cinco cantones del municipio de San Ignacio Depto. de Chalatenango, marzo - julio de 1996 37
4. Cuadro resumen de las características climáticas (Feb - Jul), registradas en la estación meteorológica de las pilas, jurisdicción de San Ignacio Depto. Chalatenango de 1996. 46

A.1	Cuadro de resultados en relación al contenido de mancozeb, en muestras de repollo, San Ignacio, Chalatenango.	56
A.2	Pruebas analíticas y estadísticas para la determinación de la confiabilidad del método espectrofotométrico en la detección de mancozeb al 80%.	59
A.3	Preparación de reactivo cromogénico.	36
A.4	Preparación de solución ácida de cloruro estannoso. . .	64
A.5	Preparación de solución acuosa de hidróxido de sodio al 10%.	64
A.6	Preparación de solución ácida de yoduro de potasio. . .	64
A.7	Preparación de solución de título conocido de sulfuro de carbono al 1%.	66
A.8	Preparación de solución estandar de sulfuro de carbono.	66
A.9	Cuadro resumen de encuestas realizadas a productores de repollo del municipio de San Ignacio Depto. de Chalatenango, 1996.	67

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAG.
1. Número de aplicaciones del fungicida durante el ciclo del cultivo.	38
2. Dosis de aplicación del fungicida, en número de copadas en bomba de cuatro galones.	38
3. Frecuencia de aplicación del fungicida (Días).	39
4. Intervalo de aplicación del fungicida, precosecha (Días)..	40
5. Uso de adherente.	41
6. Tipo de riego utilizado.	42
7. Intervalo aplicación de fungicida - riego (Días).	42
8. Intervalo entre riegos (Días).	43
9. Variedad cultivada.	44
10. Tiempo de levantamiento de cosecha (Meses).	44

A-1 Mapa de ubicación de cinco cantones que constituyen la zona olerícola del municipio de San Ignacio, Chalatenango..67
A-2 Apliación de Mancozeb en el cultivo de repollo, San Ignacio, Chalatenango.	68
A-3 Recolección de muestras en parcelas evaluadas.68
A-4 Encuesta a productores de repollo.69
A-5 Refrigeración de muestras para transporte al laboratorio.	69
A-6 1) Aparato de descomposición y destilación	
2) Partes componentes y dimensiones del aparato.70

J. INTRODUCCION

El repollo es una de las hortalizas de mayor demanda entre los vegetales que se consumen frescos en El salvador. Así tenemos que para 1995, las importaciones fueron de 237,630 qq, lo que representó un 20% del total de hortalizas importadas (El Salvador, D.G.E.A., 1995).

En nuestro país, San Ignacio constituye la principal zona de producción de repollo, debido a que las condiciones climáticas del lugar favorecen el buen crecimiento de este cultivo, a la vez dicho factor facilita el desarrollo de enfermedades fungosas, por lo que el agricultor tiene que hacer uso de productos químicos, como **mancozeb** con el objetivo de proteger el cultivo del ataque de patógenos.

Esto provoca que ciertos elementos tóxicos para el ser humano se acumulen en los tejidos de las hortalizas, los cuales al ser utilizados en la alimentación pueden producir ciertos trastornos en el organismo. También, la carencia de controles de calidad sobre productos alimenticios en el país, permite el uso indiscriminado de dichos tóxicos.

Este uso intensivo de los plaguicidas está produciendo efectos negativos en lo económico, agrícola, ambiental y en la salud (Calderón, 1985).

Para la ejecución de la presente investigación, se

seleccionaron cinco cantones de la jurisdicción de San Ignacio, departamento de Chalatenango, en donde se realizó la toma de muestras, que posteriormente se analizaron en los laboratorios de Química de la facultad de Ciencia Agronómicas de la Universidad de El Salvador, esta investigación sirvió para cumplir con los objetivos planteados: determinar el contenido de Mancozeb presentes en las muestras, conocer si los niveles de residuos constituyen un peligro para la salud del consumidor y proporcionar recomendaciones con el propósito de que este fungicida se emplee en forma eficaz y segura, de manera que las plagas sean bien controladas y eliminar las probabilidades de intoxicación.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Control de enfermedades

Algunas enfermedades del repollo en El Salvador pueden llegar a ser un Factor limitante para su producción. Esto es, si este cultivo se desarrolla en cierta época donde las condiciones sean favorables para el desarrollo de estos problemas y también si no se toman medidas de control necesarias (FUSADES, 1992).

El control de las enfermedades es un problema ecológico que surge de la relación entre organismos vivientes y su medio ambiente. Una de las formas más efectivas para su control es mediante la aplicación de plaguicidas, pero hay que utilizar la dosis adecuada en su uso, y estar conciente del efecto sobre el ambiente total del hombre (DIVAGRO/FUSADES, 1993).

La mayoría de las enfermedades del repollo son causadas por hongos, es así, que alrededor de dos tercios de las enfermedades del cultivo son causaas por estos patógenos; por lo que se hace uso de gran cantidad de gungicidas (Agrios, 1989; González, 1976).

2.1.1 Fungicidas

En términos prácticos, fungicida se le llama a cualquier sustancia química que ataca un hongo y previene

el desarrollo de las enfermedades que pueda causar.

2.2.1.1 Clasificación del fungicida

Por su modo de acción los fungicidas se dividen en: fungicidas erradicantes, sistémicos y protectores.

Fungicidas erradicantes: Productos con acción protectora y curativa externa (matan al hongo después de que este se establece externamente en la planta).

Fungicidas sistémicos: Productos con acción terapéutica o curativa interna (son absorbidos por la planta y tienen una acción fungicida dentro de los tejidos, en donde atacan al hongo establecido).

Fungicidas protectores: Cuya acción es específicamente preventiva o residuales (FUSADES, 1992).

Requisitos que debe reunir un fungicida protector :

- 1) Fungitoxicidad a bajas concentraciones, pero sin causar fitotoxicidad aún a niveles altos.
- 2) Baja solubilidad en agua, pues de lo contrario se lavaría rápidamente con el agua de lluvia. Sin embargo, debe ser capaz de disolverse lentamente, ya que solo en solución puede entrar en contacto íntimo con las esporas, tubo germinativo o hifas.

3) Capacidad de extenderse y cubrir bien la superficie de las plantas, protegiendo la mayor área posible. Esta característica puede mejorarse si se añaden humectantes a la suspensión de fungicida.

4) Poder residual suficiente para permanecer activo por varios días en el follaje tratado. Este tiene dos cualidades diferentes: estabilidad y tenacidad. La estabilidad es la resistencia a la inactivación por efectos de la luz solar y de la exposición al aire y a los productos de la planta.

La tenacidad es la resistencia al lavado; esta puede aumentarse añadiendo adherentes (CREMLYN, 1986; FUSADES, 1992; GONZALEZ, 1976).

También los fungicidas se pueden clasificar de acuerdo a su composición en: inorgánicos y orgánicos. Dentro de estos últimos, tenemos los dithiocarbamatos, que pertenecen al grupo de los orgánicos sintéticos y que actúan a través de su radical Isotiocianato ($N=C=S$), el cual inactiva al grupo - SH de los aminoácidos contenidos dentro de la célula del patógeno (Hanania, 1992).

Dentro de los fungicidas carbamatos mas usados en nuestro lugar de estudio está el mancozeb.

2.2. Generalidades del mancozeb

2.2.1. Nombres comerciales

El mancozeb puede adquirir diferentes nombres, según sea la casa comercial que lo produce, así lo podemos encontrar con la identificación siguiente: MANCOZEB BAYER, suspensión acuosa; MANCOZEB MICRO 80, DITHANE M45, MANZATE 200, como polvos humectables (Rosenstein, 1993).

2.2.2. Modo de acción

El Mancozeb es un fungicida de acción protectora que actúa por efecto de contacto, cubriendo la superficie de la planta e inhibiendo la germinación de las esporas (CIBA-GEIGY, S/F; FAO, 1993).

2.2.3. Enfermedades que controla

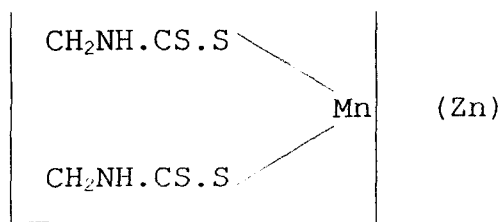
Es utilizado para prevenir una gran gama de enfermedades foliares tales como: mildiú (Peronospara pasítica), antracnosis (Colletotrichum sp.) mancha foliar (Alternaria brassicae), etc. (Bayer, 1994; FUSADES, 1992).

En regiones con antecedentes epidémicos se recomienda hacer aplicaciones para el manejo de (Mycosphaerella brassicicola), conocida como: mancha zonal, tizón negro, mancha de anillos (CATIE, 1990).

2.2.4. Composición química

Es el resultado de la combinación de iones de manganeso, zinc y etilen bisditiocarbamato.

2.2.4.1. Estructura química



2.2.5. Solubilidad

El mancozeb es practicamente soluble en agua y en solventes orgánicos (British, 1968; CIBA - GEIGY, s.f.; Zweig; 1964).

2.2.6 Grado de Toxicidad

El Mancozeb se encuentra de los pesticidas clasificados como ligeramente tóxicos.

2.2.7. Formas de uso

Generalmente las aplicaciones de mancozeb se hacen a nivel de almacigos o inmediatamente después de la siembra, manteniendo un programa de control preventivo, con aplicaciones a intervalos de 7-10 días, las cuales se

reducen según la densidad de los ataques. Se recomienda no aplicar el producto 7 días antes del levantamiento de la cosecha.

2.2.8. Dosis

Estas varían según sea la presentación del producto, ya sea este líquido o en polvo humectable. Normalmente se usan dosis de 2-3 lb/mz ó 1.75 a 2.75 lts/mz (Agricultural Chemical department, s.f.; FUSADES, 1992).

2.2.9 Toxicología

En Brasil y Japón investigaciones realizadas sobre residuos de Mancozeb en coles, mostraron que los residuos mas altos detectados ascendían a 0.22 mg/kg. Valores muy bajos comparados con los resultados obtenidos en España, en donde estos mismos cultivos rociadas con mancozeb, a razón de 0.16 kg de i.a./Ha, encontrándose residuos que oscilan entre 3-10 mg/kg, a los 14 días después de la última aplicación. Debido a ello la reunión conjunta de la FAO, estimó un límite máximo para residuos de 10 mg/kg para el uso de mancozeb en brassicas (FAO/OMS, 1977, 1980)

Evaluación realizadas con mancozeb, reportados por la reunión conjunta de la FAO (1980), establecieron un IDA (Ingesta Diaria Aceptable) para el ser humano de 0-0.05

mg/kg de peso corporal (P.C.) en el cual la presencia de etilentiurea (ETU) no debia superar el nivel de 0.002 mg/kg de P.C.

Investigaciones realizadas con animales de laboratorio proporcionando dosis mas altas y sucesivas (por tres meses hasta 2 años) se observo una disminucion de aumento de P.C. un descuento del numero de eritrocitos, del volumen celular comprimido y del contenido de hemoglobina, ademas se notó un aumento del colesterol, engrosamiento del epitelio folicular tiroideo, crecimiento de los microfoliculas prominentes. Tambien se observan efectos tales como : Aumento del peso relativo del hígado, riñon y tiroides, cambios microscopicos en el riñon, tiroides y glandula pituitaria (FAO/OMS,1993).

2.3. Aspectos generales sobre residuos de pesticidas

Ocurre en muchos casos que los pesticidas efectúan un buen control de plagas y enfermedades pero dejan residuos en el producto final, el cual al ser consumido puede ser causa de intoxicación. Los problemas de residualidad resultan de : Una sobredosis del producto, periodos cortos de espera entre la última aplicación y la cosecha, cantidad de depósito y otros.

El depósito, se refiere al producto químico tal como originalmente se aplicó a la superficie del substrato, pero

éste, se convierte en "residuo" tan pronto como es afectado por las condiciones ambientales, conversiones metabólicas u otros procesos que puedan causar alteración, degradación y migración.

El **residuo** se define como sustancias que se encuentran en los alimentos para consumo humano o de animales como consecuencia del empleo de un plaguicida (FAO/OMS, 1978), abarca asimismo derivados específicamente como: productos de degradación y transformación, los metabolitos y los productos de sus reacciones que se consideran de importancia toxicológica.

El residuo es proporcional a la dosis, número de aplicaciones, forma en que se aplicó, naturaleza del sustrato que lo recibe, condiciones ambientales, en fin su vida media depende esencialmente del ingrediente activo y de la formulación del producto. También existen residuos de vida efímera cuyos residuos tóxicos desaparecen en períodos de tiempo relativamente cortos.

Los residuos químicos y partículas varias son factores cuya presencia en productos alimenticios constituyen un riesgo para la salud, o disminuyen la calidad o ambos (Hallman, 1991).

Esto ha despertado gran interés sobre todo por el peligro que representa al ir agregando su concentración a medida que se extiende la cadena alimenticia hasta llegar al hombre, fenómeno conocido como **"magnificación biológica"**.

Se ha encontrado que los fungicidas se descomponen a cierta velocidad; es decir, poseen un "período de vida media", que es el tiempo necesario para que el residuo existente en el momento de la cosecha no sobrepase el límite establecido. Sin embargo sucede que algunos de los residuos no llegan al final de su vida media sin ser antes consumidos, produciéndose el fenómeno de "bioconcentración", que es la cantidad de residuos de plaguicidas acumulado por el organismo humano, animal y vegetal o en un tejido específico (tejido graso, hígado, etc.) (DIVAGRO/FUSADES, 1993).

2.4 Factores que influyen en la degradación de residuos en precosecha.

La degradación de un residuo químico, ocurre como un proceso normal desde el momento que el producto llega a la planta hasta que se disipa bajo su límite o nivel de detección. Este proceso está gobernado por una multiplicidad de factores, que actúan en forma independiente o interactuante. Estos factores puedan dividirse en:

Factores químicos: Dentro de estas se encuentran: la estructura molecular del ingrediente activo, pH del medio, hidrólisis por elevada temperatura.

Factores físicos: La disolución por alta humedad, deshidratación, cristalización y evaporación por el calor y oxidación bajo luz solar.

Factores mecánicos: Como la acción erosiva del viento, fricción de las superficies de hojas entre sí y lavado por la lluvia.

Factores biológicos: Producto de acción bacterial y metabolitos en el interior de la planta.

Factores de aplicación: Se refieren a la forma como es aplicado, si es espolvoreo, aspersion o nebulización (DIVAGRO/FUSADES, 1993; HALLMAN, 1991).

2.5 Influencia del crecimiento del fruto en la concentración de residuos.

El momento de la aplicación de un fungicida en relación con el desarrollo de la fruta y su proximidad a la cosecha, decide la cantidad y persistencia de los residuos, así como la respectiva carencia.

Un importante factor a considerar es la relación que existe entre la superficie del fruto y su peso. Mientras mas pequeño es el fruto, mas alta es la relación superficie/peso, situación que da lugar a que ocurra una mayor retención de residuos, debido a la mayor superficie de contacto con la aspersion o espolvoreo. A medida que el fruto crece dicha relación disminuye, por lo cual los depósitos de dosis equivalentes de un fungicida por manzana que han sido aplicadas más tarde, serán menores que si se aplicaron mas temprano.

Pero así como los depositos iniciales mas altos se

obtienen con aplicaciones tempranas, también se considera que el crecimiento más rápido de un fruto nuevo, hace perder el residuo por dilución (aumento de volumen). En cambio en un fruto desarrollado, donde el depósito del fungicida es menor, existe una mayor estabilización de la relación volumen peso, lo cual también estabiliza los residuos, a menos que haya más pérdida por calor o por otros factores externos.

2.6. Absorción de residuos por la planta y sus frutos

En forma general se conoce que existe una gran variabilidad en la absorción de residuos, la cual está dada por los siguientes factores:

- a) Conversión de metabolitos más polares,
- b) Tipo de formulación: mayor penetración de emulsiones que polvos mojables o solubles, y que espolvorean,
- c) Coadyuvantes en tanque, especialmente adherentes,
- d) Gota mediana o gruesa mas absorbida que microgotas,
- e) Temperatura exterior: más frío, mayor posibilidad de absorción,
- f) Aplicaciones diurnas mas absorción que nocturnas,
- g) Afinidad del ingrediente activo/formulación con el tipo de cutícula (proina, tricomas, etc) (Hallman, 1991).

2.7. Expresión analítica de los residuos

Los residuos detectados en la planta se determinan como el ingrediente activo del mismo producto aplicado, o bien como ese producto mas una suma de metabolitos. Estos últimos se forman por descomposición del pesticida original o metabolización de la planta. En el caso de mancozeb, este se expresa con el mismo nombre.

La mayoría de plaguicidas sufren proceso de conversión de los residuos en la planta. Estos casos una vez incorporado el pesticida en la planta, sufre varios procesos metabólicos que van desde simples procesos oxidativos a conversión en metabolitos distintos. Así tenemos que el mancozeb por degradación puede formar otros compuestos dañinos, como el caso del etilentiurea (ETU).

Debido a esto, algunas legislaciones deben fijar las tolerancias en residuos diferentes al pesticida que se aplica (Hallman, 1991).

2.8. Establecimiento del límite máximo de residuos (LMR)

Este expresa la concentración máxima de un residuo de pesticidas recomendada por el Codex alimentarios como legalmente permitida en un producto alimenticio y se refiere a los diversos grados de toxicidad que los pesticidas tienen sobre los mamíferos. Su valor numérico es expresado en partes

por millón (mg/kg) y se refiere al residuo resultante del uso de un pesticida en circunstancias destinadas a proteger el alimento o producto alimenticio.

En base a pruebas toxicológicas de tipo crónico en animales de experimentación, es posible establecer las dosis máximas sin efecto para el animal, lo que sirve para determinar primeramente su ingesta diaria aceptable para el animal (i.d.a.), y, posteriormente, la ingesta diaria aceptable para el ser humano (I.D.A.) tomando un factor de seguridad de 100, ya que según normas internacionales, los pesticidas deberán ser 100 veces más seguros que la dosis diaria tolerable por el hombre. Con estos datos se relaciona a esta ingesta (I.D.A) con el peso de un hombre de 60kg. y un factor de alimentación de 400 gr, suponiendo que en promedio se consume con regularidad esta cantidad del alimento en cuestión, factor que puede variar dependiendo de si su consumo es regular o esporádico (DIVAGRO/FUSADES, 1993).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización.

La investigación se realizó en cinco cantones que pertenecientes al municipio de San Ignacio, a 95 Km. de San Salvador y localizado al norte de Chalatenango fronterizo con Honduras, al nor-orienté del municipio de San Ignacio y La Palma, entre la longitud $89^{\circ} 04'$ y $89^{\circ} 09'$ y las altitudes $14^{\circ} 19'$ y $14^{\circ} 21'$ y a una elevación de 1960 m.s.n.m. (Fig.4.1) (Guzman, 1986).

3.2. Características climáticas del lugar.

3.2.1. Zona Ecológica

Holdridge ubica al municipio de San Ignacio en la zona de vida, bosque muy Humedo Montano Bajo Subtropical (bmbMBS) (HOLDRIDGE, 1979).

Koopen, citado por Lessmann basado en la altura sobre el nivel del mar, clasifica el área en estudio como clima tropical mediano de altura (Cmbig) (LESSMANN, 1978).

3.2.2. Temperatura.

El promedio de temperatura para los meses de febrero

a julio del año en curso es de 22.2°C la máxima y 13.6°C la temperatura mínima.

3.2.3. Humedad relativa.

La humedad relativa promedio para el semestre frero-julio es de 90.5%, manteniendo una ligera variación entre un mes y otro.

3.2.4. Precipitación.

La precipitación promedio semestral es de 147.6 mm., la máxima en el mes de julio (290.8 mm) y la mínima en el mes de febrero (8.5 mm).

3.2.5. Viento.

La velocidad promedio del viento para el semestre es de 1.22 en la escala de Beaufort, que corresponde de 6 a 11 Km./hora.

3.3. Topografía

La zona, en estudio presenta una topografía irregular, en donde el 25% de la tierra es plana, 50% semiplana y el 25% inclinada.

3.4. Recursos hídricos.

En la zona poseen sistema de riego por aspersión en forma artesanal los siguientes cantones : Las Pilas, El Centro, Las Granadillas, Rio Chiquito y Los Planes, los restantes (El Aguacatal y Santa Rosa) solamente cultivan en época lluviosa.

El agua utilizada para riego es obtenida de nacimientos de las zonas altas (Contreras, 1995).

3.5. Suelo.

Los suelos predominantes en la zona son franco-arcillosos; siendo la mayoría de los suelos pertenecientes al grupo de Litosoles, y las partes más altas podzólicos y rojisos, estos últimos se debe a las lluvias que son mas frecuentes en las zonas altas.

El 80% de área tiene suelos con profundidades mayores de 40 cms., el 20% restante la profundidad del suelo es mayor de 20 cms. y menor de 40 cms. (Molina, 1962).

3.6. Vías de acceso.

Las principales vías de acceso la constituyen dos calles: una que conduce de El Refugio hacia Las Pilas y otra de la Palma hacia el lugar en mención (9.6 Km). La primera de estas

es mucho mas transitada por encontrarse en mejores condiciones; no así la segunda, que dificulta grandemente el paso vehicular (Contreras, 1995).

3.7. Duración de la fase de campo.

Esta se realizó en tres fases: la primera consistió en un previo diagnóstico de la zona, la cual tuvo una duración de 6 días, del 5 al 10 de marzo, del año en curso; la segunda y tercera fase comprendió el monitoreo por medio de la recolección de muestras y análisis de laboratorio, respectivamente, su duración fue de 122 días, comprendidos del 14 de marzo al 17 de Julio de 1996.

3.7.1. Fase pre-experimental.

Esta fase se desarrollo en los cantones antes mencionados, en donde se determinó el tamaño de la sub-muestra que representó el número de productores a muestrear.

Para ello se realizó un estudio del lugar, que incluyó entrevistas a los productores de los diferentes cantones, para conocer el número aproximado de población que utilizan el producto (mancozeb) y así se determinó el número de agricultores que fueron tomados en cuenta en la investigación. Con la información obtenida, se procedió a

la toma del material biológico (repollo), constituido por 25 muestras, distribuidas en toda la zona.

3.7.2. Fase experimental.

Los análisis se efectuaron en los laboratorios de la unidad de Química de la facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

En esta fase se analizan el total de muestras recolectadas, para ello se utilizó un aparato de descomposición y destilación, obteniendo sub-muestra con residuos, posteriormente en un espectrofotómetro para luz visible se midió la absorbancia de cada muestra.

3.8. Distribución, cantidad y número de productores a muestrear en la zona de estudio.

La distribución y cantidad de productores se determinó mediante un monitoreo realizado a la zona olerícola de San Ignacio. Este se realizó con la finalidad de conocer el número de productores que utilizan "MANCOZEB" en el control de enfermedades en el cultivo de repollo; además conocer el manejo del producto en cuanto a dosis, frecuencia y época de aplicación.

La distribución de productores de repollo, por cantón y caserío, se detallan a continuación.

Cuadro No.1 Distribución y número de productores que utilizan mancozeb en repollo en la zona de San Ignacio, Depto. de Chalatenango. Marzo de 1996.

CANTON Y CASERIO	No. DE AGRICULTORES
Las Granadillas	11
Rio Chiquito	12
El Centro	9
Las Pilas	6
Los Planes	15
Santa Rosa*	0
El Aguacatal (Caserio Miramundo)*	0
TOTAL	53

- *Producción de repollo en época lluviosa, no cuenta con sistema de riego.*

3.8.1. Tamaño de muestra.

La fórmula utilizada en el cálculo del tamaño de la muestra se emplea en condiciones en que se trata de tomar una muestra aleatoria simple. La siguiente fórmula se determinó con el número de productores cooperadores por cantón o caserío.

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q}{e^2}$$

Donde :

n = Tamaño de la muestra

- z = Valor crítico correspondiente a un determinado grado de confianza (Coeficiente de confianza); se trabajó con el 50%; donde $z = 0.67$
- p = Proporción poblacional de ocurrencia de un determinado fenómeno. $p = 0.5$
- q = Complemento de p. ; $q = (1-p) = 0,5$
- e = Error muestral específico en forma de proporción, utilizando el 5% (Briones, 1982).

Sustituyendo en la fórmula:

$$n = \frac{(0.67)^2 \times 0.5 \times 0.5}{(0.05)^2}$$

$$n = 44.9$$

$$n = 45$$

Como el tamaño de la muestra es mayor del 10% de la población calculada, se modificó este valor introduciendo el factor de corrección para poblaciones finitas y además porque se está trabajando con una población bastante pequeña. La expresión es la siguiente:

$$n^1 = \frac{n}{1 \times \frac{n-1}{N}}$$

Donde :

$$n^1 = \text{Tamaño de la muestra}$$

$$N = \text{Población o universo}$$

Sustituyendo en la fórmula :

$$n^1 = \frac{45}{1 \times \frac{45-1}{53}}$$

$$= 24.6$$

$$= 25$$

3.8.2 Factor de muestreo.

Posteriormente se relacionó el total de productores de los cinco cantones con el tamaño de la muestra modificada, para obtener la Fracción de Muestreo (f), que indica la probabilidad de incluir cada una de las

unidades de la población en la toma de datos.

$$\text{Fórmula: } f = n^1 / N$$

Donde:

f = Fracción de muestreo

n^1 = Tamaño de la muestra modificada

N = Población o universo

Sustituyendo en la fórmula:

$$f = \frac{25}{53}$$

$$53$$

$$f = 0.47$$

3.8.3. Tamaño de submuestra.

La forma de obtener el tamaño de la submuestra para cada estrato, es multiplicando el factor de muestreo por la cantidad de productores de cada uno de los cantones y caserios, este valor obtenido determina el número de productores a muestrear en forma al azar en cada uno de los estratos.

Los resultados obtenidos se detallan a continuación en el cuadro 2.

Cuadro No.2 Cálculo del tamaño de la submuestra, que representa el número de productores a muestrear en cinco cantones del Municipio de San Ignacio, Depto. de Chulatenango, Marzo de 1996.

SECTORES	POBLACION x f	SUBMUESTRA
Las Granadillas	11 x 0.47	5
Rio Chiquito	12 x 0.47	6
El Centro	9 x 0.47	4
Las Pilas	6 X 0.47	3
Los Planes	15 x 0.47	7
TOTAL		25

El resultado obtenido de aplicar la fracción de muestreo es de 25 agricultores que representa el 47.2% del total de productores de la zona.

3.9. Toma de muestras.

Las tomas de muestras se realizaron con intervalos de cuatro días cada uno, muestreando de dos a tres productores por visita, haciendo un total de 10 colectas del producto.

Para esta actividad se realizó la siguiente metodología:

Las muestras se tomaron en forma aleatoria en cada una de las parcelas a evaluar.

La muestra estaba constituida de 2 repollos, cuyo peso

total aproximado fuera de 11 libras (Calderón, 1985).

Características que presentaban las muestras: Repollos con una madurez comercial; libres de enfermedades u otro tipo de anormalidades y de tamaño mediano o grande, no así pequeños que dificulten su comercialización.

3.10. Encuestas a productores.

Debido a que no se utilizó diseño estadístico, se optó por evaluar factores relacionados en la residualidad del producto, los cuales se encuentran contemplados en la encuesta; la cual se realizó simultáneamente con la toma de muestras, a fin de conocer el manejo durante el ciclo del cultivo.

ENCUESTA.

1. Número de aplicaciones del fungicida durante el ciclo del cultivo
2. Dosis de aplicación del fungicida
3. Frecuencia de aplicación de fungicidas
4. Intervalo de aplicación del fungicida precosechas
5. Uso de adherente en la aplicación de fungicidas
6. Tipo de riego
7. Intervalo de aplicación : fungicida-riego
8. Intervalo entre riegos

9. Cultivar.

10. Tiempo de levantamiento de cosecha

3.11 Almacenamiento de muestras.

Para el transporte de muestras hacia el laboratorio, se utilizaron hieleras, a fin de mantenerlas a baja temperatura, evitando así inestabilidad en la concentración de Mancozeb en el repollo.

En el laboratorio se uso un refrigerador que se encontraba fuera del área de los análisis para evitar contaminación de muestras por causas externas.

El tiempo de almacenamiento fue de cuatro días, tiempo en el cual se realizaron análisis de cada una de las muestras (Calderón, 1985).

3.12. Método de destilación por arrastre de vapor y determinación espectrofotométrica.

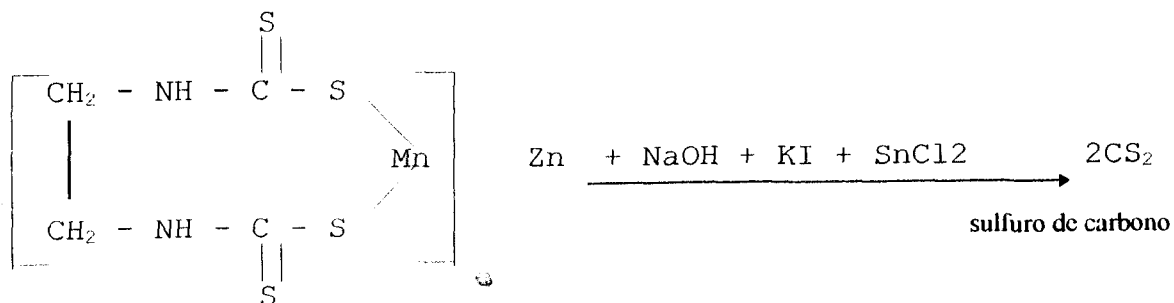
Principio del método :

El método se basa en la descomposición del sulfuro de carbano a thiorandisulfuro por calentamiento en presencia de una solución ácida de cloruro estannoso.

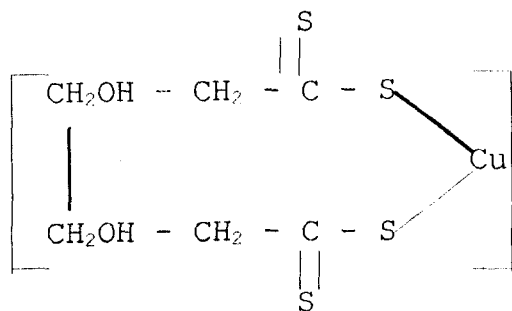
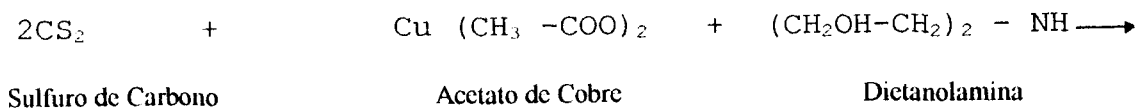
El sulfuro de carbano después de la destilación y purificación se absorbe sobre una solución alcohólica de acetato de cobre y dietanolamina, posteriormente se determina

espectrofotométricamente en forma de N,N'-bis 2(Dihidroxietil)
ditiocarbamato de cobre.

Reacción Química*



Etilen bis ditiocarbamato de Manganeso y Zinc



N - N' - bis 2 (Dihidroxietil)
ditiocarbamato de cobre

***PADILLA AVILES, D.D. 1996** *Reacción de destilación por arrastre de vapor, en la determinación de residuos de Mancozeb. San*

Salvador, Universidad de El Salvador, FF.CC.AA (Comunicación personal)

3.13. Recursos de laboratorio.

3.13.1. Aparatos.

- a) Aparato de descomposición y destilación, consiste en:
- 1) Balón fondo plano de 500 ml. con tres cuellos esmerilados.
 - 2) Refrigerante de Liebig al agua, intruducido en el cuello central del balón.
 - 3) Embudo separador, introducido sobre uno de los cuellos laterales del balón, para agregar la solución ácida de cloruro estannoso.
 - 4) Tubo de vidrio, para el ingreso de aire por corriente, colocado en el otro cuello del balón.
 - 5) Dos tubos de absorvimiento o absorción llenos con perlas de vidrio, conectados en serie al refrigerante de Liebig, uno para purificación (E) cerca del balón y el otro para la reacción coloreada (F) (fig.A-2)
- b) Espectrofotómetro para luz visible.
- c) Trampa de vacio o sistema equivalente.

3.13.2. Materiales.

- Balón de 250 ml.

- Probeta de 160 ml.
- Beaker; agitador.
- Probeta de 25 ml.
- Beaker de 400 ml.
- Probeta de 100 ml.
- Probeta de 15 ml.
- Balones de 25 ml.
- Bureta de 5 ml y 10 ml

3.13.3. Reactivos.

- Etanol 95% (grado reactivo).
- Acetato de cobre monohidratado.
- Dietanolamina.
- Cloruro estannoso.
- Acido clorhídrico.
- Hidróxido de sodio.
- Yoduro de potasio.
- Sulfuro de carbono.
- Acetona

3.14. Procedimiento del método.

3.14.1. Preparación de la muestra.

La fermentación excesiva de la muestra o un retardo

del inicio del procedimiento analítico puede ocasionar una pérdida incontrolada del sulfuro de carbono, por lo cual es oportuno armar con anticipación el equipo y proceder a la preparación de la muestra. Para esto se debe tomar en cuenta que no debe lavarse, ni deshojarse en su parte externa, ya que gran parte del residuo se encuentra concentrado en dichas hojas (FAO, 1993).

Los repollos se reducen a piezas pequeñas con una navaja, mezclandose y pesándose rápidamente una cantidad exacta de 50 gramos.

3.14.2. Desarrollo y absorción del sulfuro de carbono.

- Agregar a cada tubo desecante respectivamente 15 ml de hidróxido de sodio al 10% tubo "E" el desecante "F" (conectado al vacío) con 12.5 ml de reactivo cromogénico.
- Conectar el tubo de absorción al refrigerante de agua, verter toda la solución de yoduro de potasio al balón.
- Introducir la muestra inmediatamente.
- Fijar rápidamente el balón al refrigerante de Liebig.
- Poner en marcha la aspiración del aire de modo que exista un flujo de 30 ml/min en el aparato

(Zweig, 1964).

- A través del embudo introducir toda la solución de cloruro estannoso (Fig.A-2). Calentar y llevar rápidamente a ebullición manteniendola por 30 minutos.

3.14.3. Determinación espectrofotométrica.

Retirar el tubo de absorción (conectado al vacío), transferir cuantitativamente su contenido a un balón de 25 ml, lavar el tubo con etanol a 95% , llevar a volumen , mezclar y dejar reposar por 15 minutos. Medir la absorbancia a 435 nm en una celda de 1 cm de diametro, contra un blanco constituido por 12.5 ml de reactivo cromogénico y 12.5 ml de etanol a 95%

3.14.4. Curva de calibración.

En una serie de balones volumétricos de 25 ml conteniendo cada uno 12.5 ml de reactivo cromogénico, agregar 0.25, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 4.0, y 5.0 ml de solución estandar de sulfuro de carbono 100 microgramos/ml, llevar a volumen con etanol a 95% ; agitar y dejar reposar por 15 minutos y medir la absorbancia a 435 nm contra el blanco.

Trazar la curva de calibración con los valores de

absorbancia encontrados. Las curvas de calibración se realizaron cada día en que se efectuaron los análisis, para garantizar que los resultados obtenidos no sean afectados por la variabilidad de dichas curvas debido al sulfuro de carbono.

3.14.5. Cálculos de residuos.

La concentración (ppm) de sulfuro de carbono leídos en la curva de calibración se multiplican por el volumen de la muestra (25 ml) y el resultado se divide entre el peso de la muestra (50 gr) (Metodo PER, 1981).

Fórmula :

$$\text{ppm de sulfuro de carbono} = \frac{\text{ppm. leídos en curva} \times \text{volumen de muestra}}{\text{Peso de muestra en gramos}}$$

3.14.6. Pruebas analíticas y estadísticas para la determinación de la confiabilidad del método espectofotométrico en la detección de Mancozeb.

3.14.6.1. Prueba de recuperación.

Esta prueba se realiza con la finalidad de determinar cual es la diferencia entre la cantidad de residuos presentes en la muestra y la cantidad

recuperada durante el proceso analítico, se efectúa en base a porcentajes de recuperación.

Procedimiento:

A tres muestras de repollo exentas de residuos, se les agregó una misma cantidad de mancozeb (25 ml) con una concentración conocida (8 ppm), para conocer la variabilidad de recuperación en cada análisis (Ver anexo 2).

3.14.6.2. Prueba de precisión.

La precisión es la concordancia entre datos repetidos y se expresa como desviación estandar relativa (5%) o coeficiente de variación (Ver anexo 2).

3.14.6.3. Límite de detección (LD).

Es la cantidad mínima que se puede detectar con un nivel de probabilidad del 99.9% (Ver anexo 4).

Fórmula :

$$LD = \frac{k \times S}{b}$$

En donde :

K = Número de repeticiones del blanco
S = Desviación estandar del blanco
b = Pendiente de curva de
calibración.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis de residuos por el método de destilación por arrastre de vapor y determinación espectrofotométrica.

En los resultados de análisis realizados en las muestras provenientes de los cinco cantones en estudio, se observó que únicamente un 12% se hallaba contaminada, presentando residuos de mancozeb en las cantidades siguientes: 1.96 ppm (Catón El Centro), 0.32 ppm y 0.26 ppm (Catón Río Chiquito) correspondientes a los análisis No.1, No.3 y No.4 respectivamente (Cuadro 3).

Esto nos indica que los contenidos de mancozeb detectados se encuentran dentro de los límites máximos de residuos establecidos por el Codex alimentarius, que es de 10 ppm (FAO/OMS,1993) con niveles similares y sin diferencia significativa.

En tanto que el 88% restante de las muestras analizadas tienen valores entre residuos no detectados(RND) e inferiores a 0.18 ppm(Cuadro 3). Este límite de detección(LD) se determino en base a pruebas analíticas de recuperación, realizadas en muestras contaminadas con Mancozeb, de concentración conocida, que representa la sencibilidad del método de análisis utilizado.

**Cuadro No. 3 Residuos de Mancozeb (ppm) en muestras de repollo de cinco cantones del municipio de Sa
Chalatenango, Marzo-Julio de 1996.**

Cantón	N° DE MUESTRA																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Las Granadillas							RND	RND									RND	RND		
Rio Chiquito		RND	0.32	0.26											RND					
El Centro	1.96								RND			RND								
Las Pilas					RND					RND										
Los Planes						RND					RND		RND	RND		RND			RND	RND

RND : Residuos no detectados.

4.2 Relación del contenido de mancozeb y la encuesta realizada a productores.

a) Número de aplicaciones del fungicida , durante el ciclo del cultivo de repollo.

En primer lugar el número de aplicaciones (Fig. 1) efectuadas en el cultivo fueron relativamente bajas, en donde un 44% de los agricultores realizaban de 2 a 3 aplicaciones, un 44 % de 4 - 5 aplicaciones y solamente un 12% hacía de 6 - 7 aplicaciones. Esto contrasta con las recomendaciones establecidas por Bayer Químicas Unidas, que estipulan un rango de 9 a 10 aplicaciones por ciclo de cultivo.

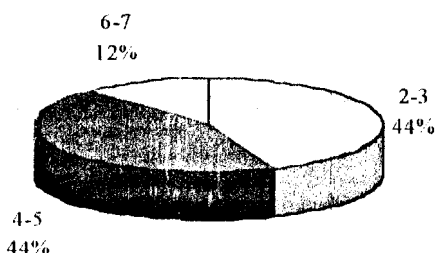


Fig.1 Numero de Aplicaciones del fungicida durante el ciclo del cultivo

b) Dosis de aplicación de fungicida.

Los resultados muestran que un 60% utiliza dos copadas Bayer de 25 cc /bomba de cuatro galones, mientras que el 40% ocupa tres copadas (Fig. 2)

FUSADES (1992) establece un máximo de 7 copadas, por lo que las dosis de aplicación utilizadas, no representan un

peligro de residualidad del fungicida.

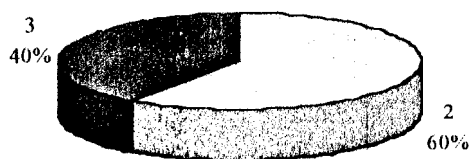


Fig. 2* Dosis de aplicación del fungicida, en numero de copadas por bomba de cuatro galones

c) Frecuencia de aplicación del fungicida.

Según FUSADES (1992), las aplicaciones deben realizarse de 7 a 10 días las cuales se reducen según la incidencia de ataques, sin embargo, los resultados nos revelan que el 12% de los agricultores las realizaban a intervalos de 18 a 21 días, un 76% de 14 a 17 días y un 12% de 10 a 13 días (Fig.3)

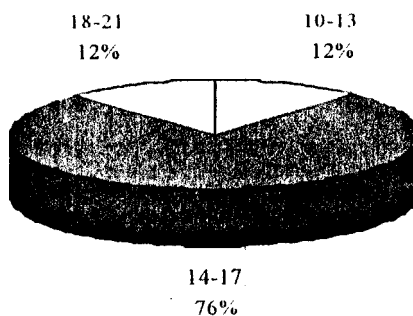


Fig.3 Frecuencia de aplicación del fungicida (días)

* 1 Copada = 9.5 gr de Mancozeb

d) Intervalo de aplicación del fungicida precosecha.

Los resultados indican que un 24% realiza aplicaciones entre 7 y 14 días, antes del levantamiento de cosecha, un 48% entre 30 a 50 días y un 28% entre 51 a 60 días (Fig. 4). Esto concuerda con las recomendaciones establecidas por agricultural chemical departamento que aconseja no aplicar el producto 7 días antes del levantamiento de la cosecha, a fin de asegurar la degradación del producto.

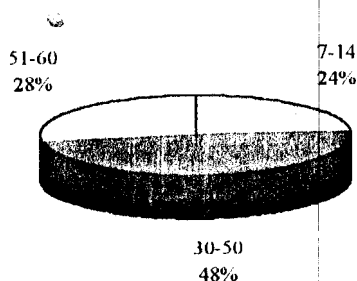


Fig.4 Intervalo de aplicación del fungicida, precosechal (días)

e) Uso de adherente en la aplicación del fungicida.

Es una práctica muy usual en la agricultura de la zona, con lo cual se persigue una mayor fijación del fungicida. Los resultados indican que un 76% de los productores lo aplican en dosis de 6.25 cc/gl de agua, esto concuerda con DU PONT que recomienda de 4-6 cc/gl de agua (PEGASON, concentración 30%) plantas difícilmente mojables incluyendo

el repollo. El 24% restante de agricultores no lo usa(Fig. 5).

Hallman (1991) indica que el uso de adherentes ayuda a la absorción de residuos, sin embargo en las dosis recomendadas su efecto no es significativo en la residualidad.

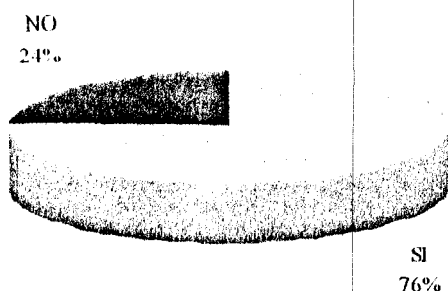


Fig.5 Uso de adherente

f) Tipo de riego.

La modalidad de riego, predominante en la zona es por aspersión, encontrándose que es utilizado por el 100% de los productores (Fig. 6). Este factor es determinante en la eliminación de residuos en la planta. Ya que permite un lavado excesivo del producto por la acción diluyente de las gotas de agua (DIVAGRO/FUSADES, 1993; Hallman, 1991).

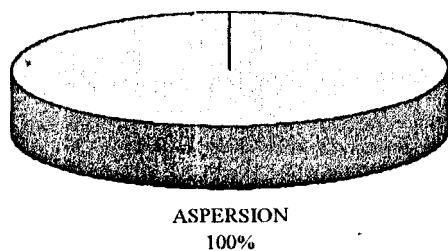


Fig.6 Porcentaje del Tipo de Riego utilizado

g) Intervalo aplicación: fungicida - riego.

Los resultados muestran que el 60% de productores aplican riego un día después de haber fumigado, el 32% lo hace a los dos días y un 8% a los tres días (Fig. 7). Esto hace que el producto comience a lavarse con mayor rapidez, casi inmediatamente luego de ser aplicado, lo que disminuye la probabilidad de encontrar cantidades grandes de residuos al levantar la cosecha, (Hanania,1992).

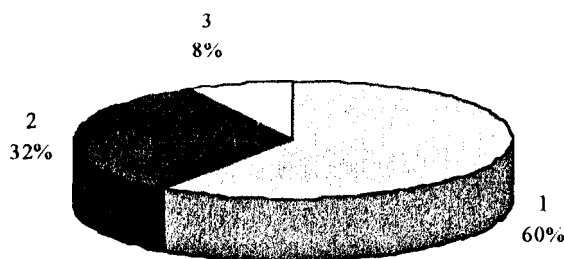


Fig.7 Intervalo de aplicación del fungicida - riego (días)

h) Intervalo entre riesgos.

Esto obedecía a las necesidades hídricas de la planta estaba supeditado a las épocas del año y fenología del cultivo, por lo que la variabilidad de esta práctica se observó en los meses de transición de las dos estaciones. En la Fig. 8 se observa que un 8% aplica riego cada tres días, un 44% cada 5 días, y un 48% a intervalos de 6 días (Fig 8).

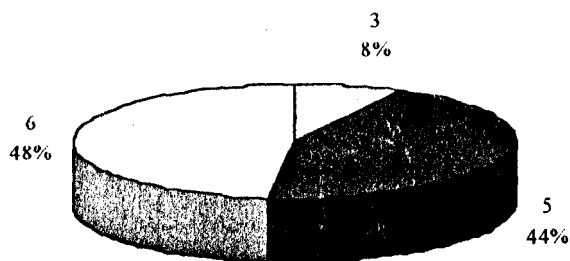


Fig.8 Intervalo entre riegos (días)

i) Cultivar utilizado.

El cultivar utilizado por el 100% de los agricultores es NOVA (Fig.9) por lo que este factor no influyo en los resultados analíticos.

6

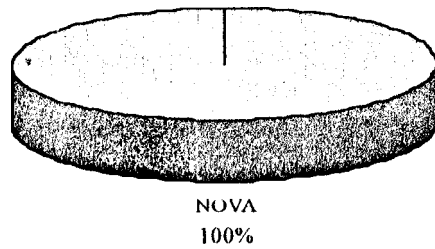


Fig.9 Cultivar utilizado en la zona olericola.

j) Tiempo de levantamiento de cosecha.

Esto depende del mercado, época, ciclo vegetativo y no de el período de vida media del producto. Los resultados muestran que el 16% hace el levantamiento de cosecha a los 3.5 meses, mientras que el 84% lo hace a los 4 meses (Fig. 10).

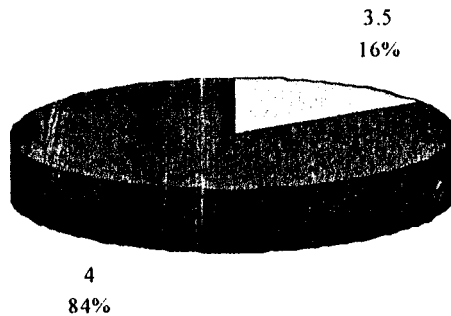


Fig.10 Tiempo de levantamiento de cosecha (meses)

4.3 Parámetros meteorológicos.

Según Hallman (1991) las altas temperaturas provocan que

el fungicida se degrade rápidamente, debido a la deshidratación, cristalización y evaporación por el calor; no obstante las registradas en la zona son relativamente bajas, presentándose temperatura promedio máxima de 22.2° C y mínima de 13.6° C (cuadro 4), sin embargo este no fué predominante en la concentración de residuos.

En cuanto a la humedad relativa, esta alcanzó valores máximos de 99% y mínimas de 90% lo que facilitó la descomposición del producto, según lo expresado por Hallman (1991), quien indica que la degradación de residuos es acelerado cuando existe una alta humedad relativa en el medio ambiente, ya que provoca una rápida disolución del fungicida.

El viento no influyo significativamente en la variabilidad de los resultados, debido a que su acción fue mínima en la planta.

La precipitación registrada se observo en forma variable, ya que el muestreo se realizó en época de transición ascendente verano-invierno.

Como se observa en el cuadro 3, los únicos análisis que dieron positivo son aquellos que corresponden a las muestras número 1, 3 y 4, que constituyen un 12%, las cuales se realizaron en la época de verano, mientras que en las muestras restantes los valores se encuentran entre residuos no detectados (RND) que representan un 88% del total.

Cuadro N° 4 Resumen de las características climáticas (Febrero - Julio) registradas en la estación meteorológica de Las Pilas jurisdicción de San Ignacio, Depto. de Chalatenango, 1996.

CARACTERISTICAS CLIMATICAS	M E S						
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio
Temperatura Máxima(°C)	21.4	22.4	21.6	22.0	23.0	22.6	22.2
Temperatura Mínima(°C)	12.6	12.3	14.2	14.1	14.3	14.2	13.6
Humedad Relativa (%)	90.0	90.0	90.0	91.0	99.0	90.0	90.5
Precipitación (mm)	8.5	22.4	108.8	197.5	257.8	290.8	147.6
Viento (Esc. Beaufort)	2.1	1.7	1.3	1.1	1.1	1.1	1.2

Fuente : Centro de Recursos Naturales, Servicio de Meteorología e Hidrología, San Salvador; El Salvador; Agosto de 1996

5. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos, únicamente el 12% de las muestras se encontraron contaminadas por residuos de mancozeb, el 88% restante presentaron valores entre residuos no detectados (RND) e inferiores a 0.18 ppm.
- Los residuos de Mancozeb encontrados en las muestras de los cantones: El Centro (1.96 ppm) y Río Chiquito (0.32 ppm y 0.26 ppm), están bajo los límites permisibles de residuos (10 ppm), especificado por FAO/Codex Alimentarius, por lo que no representan riesgo a la salud humana.
- La precipitación fué el factor más importante por el cual no se encontró cantidades considerables de residuos, ya que los únicos análisis que dieron positivos, son aquellos realizados en muestras colectadas en época seca.
- Los intervalos largos entre la última aplicación de Mancozeb y la cosecha, junto a las bajas dosis y frecuencias del fungicida utilizados por el agricultor, fueron los factores de manejo que mas influyeron en la baja residualidad.

6. RECOMENDACIONES

1. Es necesario realizar análisis de residuos de fungicidas sistémicos en hortalizas y otros productos alimenticios de origen agrícola.
2. Se recomienda realizar investigaciones sobre residuos de Mancozeb en época seca, para el cultivo de repollo en el municipio de San Ignacio.
3. Realizar investigaciones sobre residualidad de fungicidas en otro tipo de cultivos, en diferentes zonas olerícolas, a fin de establecer parámetros sobre concentración de residuos en El Salvador.
4. Concientizar al agricultor sobre la importancia de respetar el "período de vida media" o velocidad de descomposición de los fungicidas, para evitar la concentración de residuos en el ser humano.
5. Se recomienda usar el método de destilación por arrastre de vapor y determinación espectrofotométrica, para la determinación residual de ditiocarbamatos; por ser un método confiable y de costo relativamente bajo.
6. Efectuar estudios de residualidad de pesticidas, por ser tema de importancia social de impacto ambiental y factibles de realizar con organismos internacionales.

7. BIBLIOGRAFIA

- 1-AGRICULTURA CHEMICAL DEPARTAMENT. s/f. Manzate 200; fungicida, polvo humectable. Barranquilla, Colombia, DUPONT. (mimeo-tomado de marquet street, Washington).s.n.
- 2-AGRIOS, G.N. 1989. Fitopatología. México, D.F., Limusa. P.157-158.
- 3-BAYER QUIMICAS UNIDAS. 1994. Manual Fitosanitario para el Agricultor Salvadoreño. La Libertad. 81 P.
- 4-BRIONES, G. 1982. Método y Técnicas de Investigación para las Ciencias Sociales. México, D. F., Limusa. P. 50, 85-110.
- 5-BRITISH CROP PROTECTION COUNCIL. 1968. Pesticide Manual basic information on tha chemical used as active components of pesticide. Ed. Huver Martin. P. 275-276.
- 6-CALDERON, G. R. 1985. Recomendaciones para el muestreo para determinación de residuos de plaguicidas y contaminantes alimenticios. San Andrés, La Libertad, El Salvador, CENTA Manual técnico No. 9 P. 1-18.

7,-----G.R. 1990. Generalidades sobre residuos de Plaguicidas. in curso manejo de pesticidas en cultivos de exportación.Ed. M. H. Hirastorza. DIVAGRO/FUSADES/AGRIDEC; San Salvador, El Salvador.P. 1-5.

8-CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de repollo.CATIE,Proyecto regional: Manejo Integrado de Plagas. Turrialba, Costa Rica.Informe Técnico No.150.80 P.

9-CIBA GEIGY. s/f. Información técnica, Ridomil MZ 58 WP. Brasilea, suiza, CIBA GEIGY. P. 13, 14, 16.

10-CONTRERAS, M. A. 1995. Estudio agrosocioeconómico de la producción de papa (Solanum tuberosum), en la zona de Las Pilas, Chalatenango, El Salvador, C.A. San Andrés, La Libertad, MAG/CENTA. P. 1-19.

11-CREMLYN, R. 1986. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Trad. Esther Baranda de Frixione. Ed.2da. México, D.F., Limusa. P. 149-159.

- 12-DIVAGRO/FUSADES. 1993. Seminario: Control de calidad en los alimentos, laboratorio de calidad integral. San Salvador, El Salvador, FUSADES. P. 18-24; 26-28.
- 13-EL SALVADOR, D.G.E.A. 1995. Anuarios de Estadísticas Agropecuaria. San Salvador, MAG.
- 14-FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL. 1992. Plaguicidas usados y comercializados en El Salvador, Programa de Diversificación Agrícola. Antiguo Cuscatlán, La Libertad, FUSADES. Guía técnica No. 12. P.76-90.
- 15-GONZALEZ, L.C. 1976. Introducción a la Fitopatología. San José, Costa Rica, IICA. P. 16.
- 16-GUZMAN, P.A. 1986. Diccionario geográfico de El Salvador, MOP. Instituto Geográfico Nacional. San Salvador, El Salvador. P. 1165-1166.
- 17-HALLMAN, G. 1991. Manejo de plaguicidas en cultivos de exportación. San Salvador, El Salvador, DIVAGRO/FUSADES. P. 2-15.

18-HANANIA, C; LOPEZ GUILLEN, M. 1992. Manejo racional de plagas y plaguicidas. Antiguo Cuscatlán, La Libertad, FUSADES. p. 63-65.

19-HOLDRIDGE, L.R. 1979. Ecología; basada en las zonas de vida. Trad. Por Humberto Jiménez. Costa Rica, IICA.P.26

20-LESSMANN, H. 1978. Introducción a la Meteorología, Departamento de Ingeniería Agrícola. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. P., 326-327

21-METODO PER la determinazione dei residui di ditiocarbamati e thiuramdisolfuri negli e sugli ortofrutticoli 1981. Roma, Gazzeta ufficiale Della Repubblica Italiana, (No.155).

22-MOLINA CASTRO, R.; BOURNE, W.C. 1962. Levantamiento General de Suelos. San Salvador, El Salvador, Dirección General de Investigaciones Agronómicas-MAG. Esc. 1:50 000. Color. Cuadrante 2359 II. San Ignacio.

23-ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 1987. Ensayos de plaguicidas para obtener datos para registros de plaguicidas y para el establecimiento de límites máximos de residuos. Roma, Italia, FAO. P. 12.

24----- . 1993. Residuos de Plaguicidas en Alimentos. In reunión conjunta del cuadro de expertos de la FAO en residuos de plaguicidas en alimentos y en el medio ambiente y grupo de expertos de la OMS en residuos de plaguicidas. Roma, Italia, FAO/OMS. P. 91-103.

25----- . 1994. Manual para el control de calidad de los alimentos; Análisis de residuos de plaguicidas en laboratorios de inspección alimentaria. Roma, Italia, FAO (alimentación y nutrición 14/13). P. 55-62.

26-----;ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. 1978. Límites máximos internacionales recomendados para los residuos de plaguicidas; Normas Alimentarias de la Comisión del CODEX ALIMENTARIUS. Roma, Italia, FAO/OMS. p. 4-5.

27----- . 1980. Residuos de plaguicidas en los alimentos. Roma, Italia, FAO/OMS.

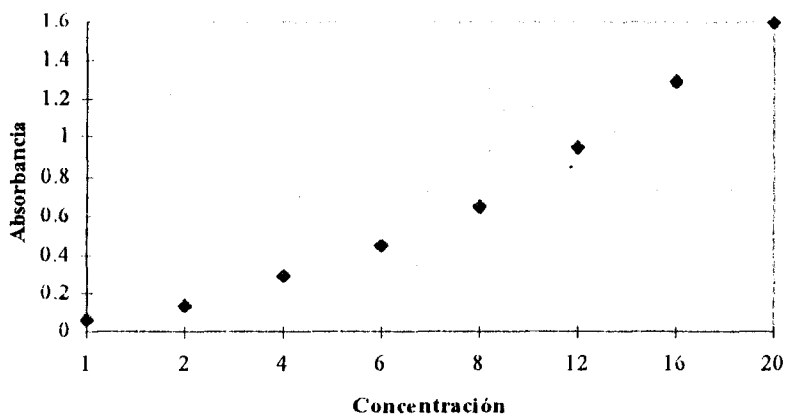
- 28----- . 1977. Residuos de plaguicidas en los alimentos.
Roma, Italia, FAO/OMS.
- 29-ROSENSTEIN STER, E. 1993. Diccionario de Especialidades
Agroquímica. 4 ed. México, D.F. Programas Educativos
P. 206, 418-419, 424.
- 30-ZEPEDA LOPEZ, E. 1992. Diagnóstico del efecto de
plaguicidas en fauna y residuos de ellos en hortalizas
del Valle de Zapotitán. San Salvador, UES-Facultad de
Ciencias Naturales y Matemáticas, Escuela de Biología.
(convenio Alemán de Sanidad Vegetal, MAG/GTZ. Boletín
No.19.P. 3,23.
- 31-ZWEIG, G. 1964. ANalitical methods for pesticides, plant
growth regulators, and food additives. New York, USA,
Academic Press. (Vol. III). P. 69-77.

8. *ANEXOS*

A - 1 CUADRO DE RESULTADOS EN RELACION AL CONTENIDO DE MANCOZEB EN MUESTRAS DE REPOLLO; SAN IGNACIO, CHALATENANGO.

Curva de calibración para muestra No.1

Volumen agregado de Standar (ml)	Concentración de CS ₂ (mg/lt)	Absorbancia (A)
0.25	1	0.06
0.50	2	0.14
1.00	4	0.30
1.50	6	0.45
2.00	8	0.65
3.00	12	0.95
4.00	16	1.29
5.00	20	1.60
Muestra No.1		0.09



Parámetros Analíticos:

- b = pendiente (sensibilidad, s)
- a = intercepto
- r = coeficiente de correlación, que indica que el comportamiento de la curva es proporcional, el cual tiene que ser no menor de 0.999
- c = concentración (mg/lt)
- A = absorbancia

Resultados de Curvas :

$$a = - 0.229689$$

$$b = 0.0815036$$

$$r = 0.9998$$

Sustituyendo en la fórmula :

$A = a + b.c$; donde $c = \frac{A - a}{b}$ (mg/kg) x Factor de dilucion

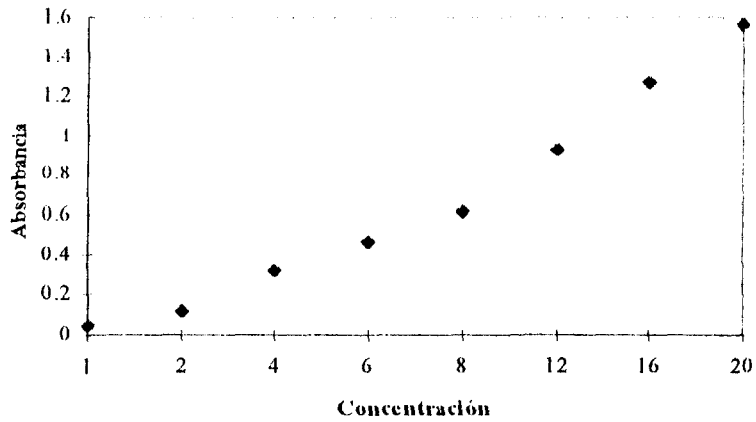
$$c = \frac{0.09 - (- 0.229689) \times 25 \text{ ml (muestra)}}{0.0815036 \times 50 \text{ gr (muestra)}}$$
$$= 1.96 \text{ mg/kg}$$

Curva de Calibración para muestra No. 3 y 4

Curva de Calibración :

Volumen de Standar agregado (ml)	Concentración (C)(mg/l)	Absorbancia (A)
0.25	1	0.05
0.5	2	0.12
1	4	0.32
1.5	6	0.47
2	8	0.62
3	12	0.93
4	16	1.27
5	20	1.57
Muestra No.3		0.03
Muestra No.4		0.02

Resultados de Curva :



$$a = 0.02168009$$

$$b = 0.080049865$$

$$r = 0.999692$$

Sustituyendo en la fórmula :

$$A = a + b.c \ ; \ \text{tenemos} \ c = \frac{A - a}{b}$$

MUESTRA No.3

$$c = \frac{0.03 - (-0.02168009)}{0.080049865} \times 25 \text{ ml}$$

$$= 0.3228 \text{ mg/kg}$$

MUESTRA No.4

$$c = \frac{0.02 - (-0.02168009)}{0.080049865} \times 25 \text{ ml}$$

$$= 0.2603 \text{ mg/kg}$$

A - 2 PRUEBAS ANALITICAS Y ESTADISTICAS PARA LA DETERMINACION DE LA CONFIABILIDAD DEL METODO ESPECTROFOTOMETRICO EN LA DETECCION DE MANCOZEB AL 80%.

Prueba de Recuperación

Curva de Calibración :

Volumen de Standar agregado (ml)	Concentración de "d" (mg-lt)	Absorbancia (A)
0.25	1	0.05
0.50	2	0.14
1.00	4	0.31
1.50	6	0.49
2.00	8	0.67
3.00	12	1.04
4.00	16	1.32
5.00	20	1.58

Resultados de Curva :

$$a = 0.00852704$$

$$b = 0.08214806$$

$$r = 0.99807$$

DATOS DE PRUEBA No.1

Peso de Mancozeb = 0.16 gr (80%)
Disolvente = 200 ml de agua
destilada
Alícuota = 25 ml.

$$0.16 \text{ gr} \dots\dots\dots 100 \%$$

$$X \dots\dots\dots 80 \%$$

$$X = 0.128 \text{ gr}$$

$$128 \text{ mg.} \dots\dots\dots 200 \text{ ml}$$

$$X \dots\dots\dots 1000 \text{ ml}$$

$$X = 640 \text{ mg/lt}$$

$$640 \text{ mg} \dots\dots\dots 1000 \text{ ml}$$

$$X \dots\dots\dots 25 \text{ ml}$$

$$X = 16 \text{ mg/lt}$$

ppm = 16 mg/lt x factor de dilución
(vol. empleado/gr de muestra)

$$\text{ppm} = 16 \text{ mg/lt} \times \frac{25 \text{ ml.}}{50 \text{ gr}} = 8 \text{ ppm}$$

RESULTADOS DE PRUEBA No.1

Concentración utilizada = 8 ppm

Absorción leída en aparato = 1.38 nm

ppm = $\frac{A - a}{b}$ x factor de dilución.

$$\text{ppm} = \frac{1.38 - (-0.00852704) \times 25 \text{ ml}}{0.08214806 \times 50 \text{ gr}}$$

$$= 8.45$$

RESULTADOS DE PRUEBA No.2

concentración utilizada = 8 ppm
 Absorbancia leida en aparato = 1.30

$$\text{ppm} = \frac{1.30 - (-0.00852704) \times 25 \text{ ml}}{0.08214806 \times 50 \text{ gr}}$$

$$= 7.96$$

RESULTADOS DE PRUEBA No.3

Concentración utilizada = 8 ppm
 Absorbancia leida en aparato = 1.37

$$\text{ppm} = \frac{1.35 - (-0.00852704) \times 25 \text{ ml}}{0.08214806 \times 50 \text{ gr}}$$

$$= 8.27$$

$$X = \frac{8.45 + 7.96 + 8.27}{3}$$

$$= 8.23$$

PRUEBA DE PRECISION.

8 ppm ----- 100

8.45 ----- x

$$x = 105.6 \%$$

8 ppm ----- 100

7.96 ----- x

$$x = 99.5 \%$$

8 ppm ----- 100

8.27 ----- x

$$x = 103.4 \%$$

$$X = 102.8 \%$$

$$S = 3.09 \%$$

LIMITE DE DETECCION LD.

Fórmula :

$$LD = \frac{K \cdot S}{b}$$

Donde :

K = Número de repeticiones del blanco

S = Desviación Standar del blanco

b = Pendiente de curva de calibración

Sustituyendo en la fórmula :

$$LD = \frac{3 \times 0.2478}{0.08214806}$$

$$= 9.05 \text{ mg/kg}$$

$$LD = \frac{9.05 \text{ mg/lt}}{50}$$

$$= 0.1810 \text{ mg/kg}$$

A - 3 PREPARACION DE REACTIVO CROMOGENICO.

Procedimiento:

Pasar en balón analítico 12 mg de acetato de cobre monohidratado y 25 gr de dietanolamina.

Medir un probeta 100 ml de etanol al 95^o y transferir a un balón de 250 ml, agregar la dietanolamina y el acetato de cobre, disolver y llevar a volumen con etanol al 95^o .

A - 4 PREPARACION DE SOLUCION ACIDA DE CLORURO ESTANNOSO.

Procedimiento :

Pasar en balanza analítica 2 gr de cloruro estannoso, transferir a un beaker de 50 ml y agregar 25 ml de ácido clorhídrico concentrado, mezclar con agitador. Esta solución se disuelve al momento de usar.

A - 5 PREPARACION DE SOLUCION ACUOSA DE HIDROXIDO DE SODIO AL 10%.

Procedimiento :

Pasar en balanza analítica 10 gr de hidróxido de sodio y agregar en beaker de 100 ml, disolver y llevar a volumen con agua destilada.

A - 6 PREPARACION DE SOLUCION ACIDA DE IODURO DE POTASIO.

Procedimiento:

Medir con micropipeta 1 ml de sulfuro de carbono, transferir a un beaker de 100 ml y llevar a volumen con etanol a 95°.

A-7 PREPARACION DE SOLUCION DE TITULO CONOCIDO DE SULFURO DE CARBONO.

Procedimiento :

Medir con micropipeta 1 ml de sulfuro de carbono, transferir a un beaker de 100ml y llevar a volumen con etanol a 95°

A - 8 PREPARACION DE SOLUCION ESTANDAR DE SULFURO DE CARBONO.

(100 microgramos/ml)

Procedimiento:

Esta solución se obtiene, diluyendo 1 ml de solución antes mencionado (1%) en 100 ml de etanol al 95°.

Cuadro N° A-9 Cuadro resumen de encuestas realizadas a productores de repollo del municipio de

Chalatenango, 1996.

PREGUNTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	N° DE M U E S T R A																			
• Numero de aplicaciones del fungicida durante el ciclo del cultivo de repollo.	7	4	5	6	6	2	3	3	4	5	3	4	4	4	3	4	5	4	3	2
• Dosis de aplicación del fungicida de copadas/bomba de 4 gl.)	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3.5	2	2	2	3	2	2	3	3	3
• Frecuencia de aplicación del fungicida (días)	15	17	21	15	15	15	15	12	10	14	15	15	15	15	16	15	20	15	15	20
• Intervalo de aplicación del fungicida, precosecha (días)	7	14	10	8	14	42	60	60	60	45	42	42	60	45	60	14	30	45	40	45
• Uso de adherente en la aplicación del fungicida. (si=s,no=n)	n	s	n	s	s	s	s	s	s	s	s	n	n	s	n	s	s	s	s	s
• Tipo de riego	A S P E R S I O N																			
• Intervalo de aplicación: fungicida-riego (días)	2	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1
• Intervalo entre riegos (días)	3	3	6	5	6	6	6	6	5	5	6	5	5	5	6	6	6	5	5	6
• Cultivar Utilizado	C U L T I V A R N O V A																			
• Tiempo de levantamiento de cosecha (meses)	4	4	3.5	4	4	4	4	3.5	4	4	4	4	4	4	4	4	3.5	3.5	4	4

66



Fig. A - 2 Aplicación de Mancozeb en el cultivo de repollo, San Ignacio, Chalatenango.



Fig. A-3 Recolección de muestras en parcelas evaluadas.



Fig. A- 4 Encuesta a productores de repollo .

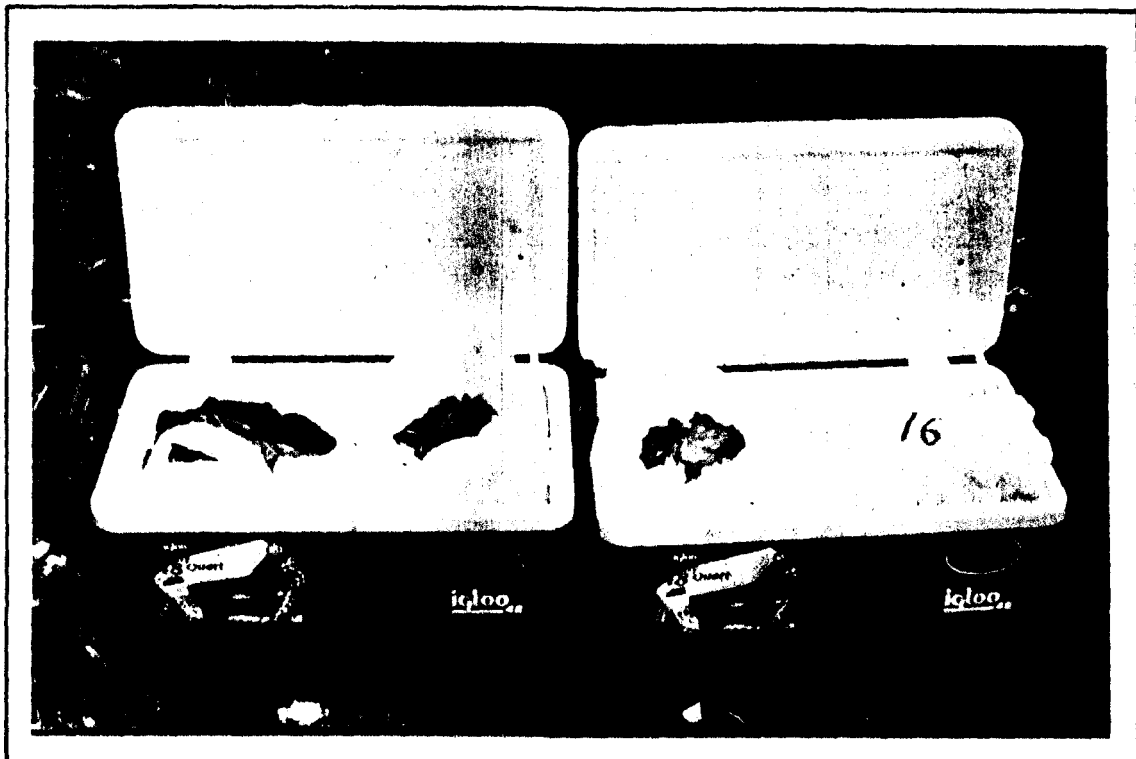


Fig. A- 5 Refrigeración de muestras , para transporte al laboratorio .

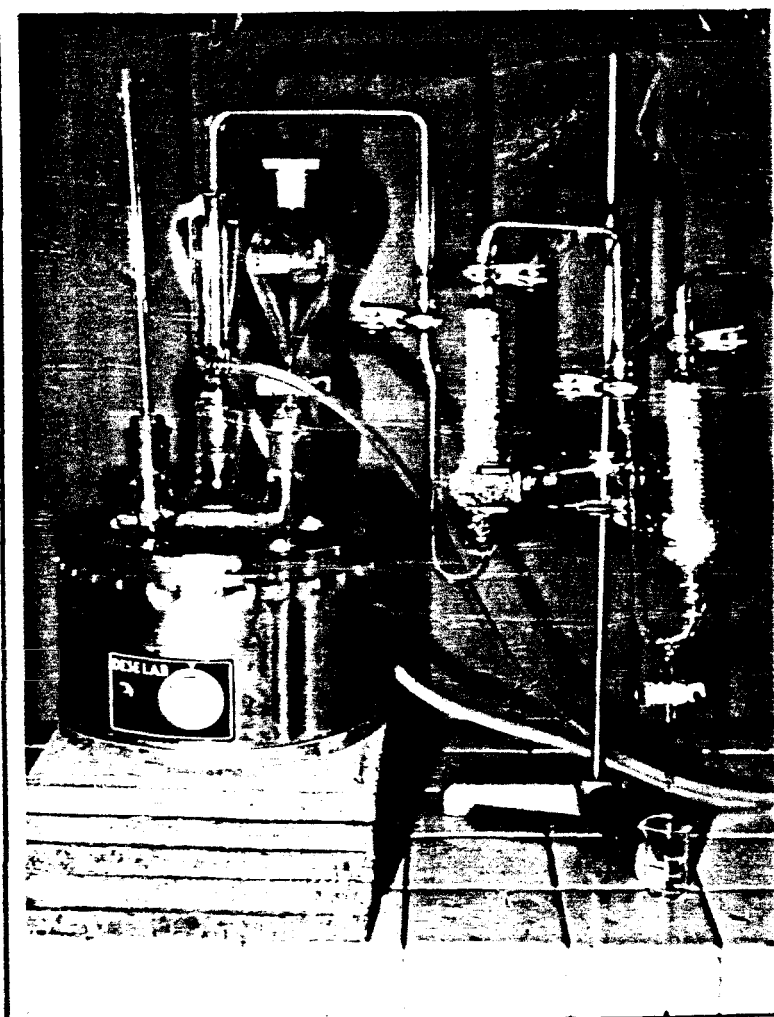
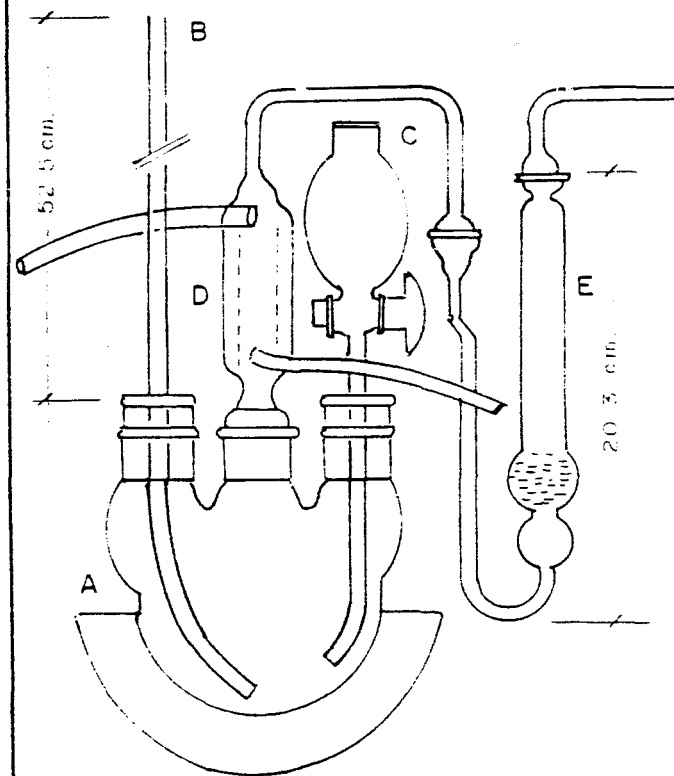


Fig. A-6 . Aparato de descomposición y destilación .



Partes componentes y dimensiones:
 A) balón fondo plano 500 ml; B) tubo vertical 52.5 cm;
 C) embudo separador; D) refrigerador;
 E) tubo purificador; F) tubo de abastecimiento.