

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



"EL COBRE COMO FUNGICIDA AGRÍCOLA"

INFORME DE PRACTICAS PROFESIONALES
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO
PRESENTA
FERNANDO GREGORIO DE LA ASUNCION
NAFARRATE VAZQUEZ

Las Agujas, Zapopan, Jalisco, junio de 2005



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO
COMITE DE TITULACION

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA
DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS
PRESENTE

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación TESIS E INFORMES, opción INFORME DE PRACTICAS PROFESIONALES, con el título:

"EL COBRE COMO FUNGICIDA AGRICOLA"

El cual fue presentado por él (los) pasante(s):

FERNANDO GREGORIO DE LA ASUNCION NAFARRATE VAZQUEZ

El Comité de Titulación, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

DR. JOSE LUIS MARTINEZ RAMIREZ

DIRECTOR

Una vez concluido el trabajo de titulación, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

DR. PEDRO POSOS PONCE

PRESIDENTE

M.C. CARLOS MANUEL DURAN MARTINEZ

SECRETARIO

M.C. JAIME SANTILLAN SANTANA

VOCAL

Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 24 de junio de 2005.

M.C. SALVADOR GONZALEZ LUNA
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

DRA. MARIA LUISA GARCIA SAHAGUN
SECRETARIO DEL COMITE DE TITULACION

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara, por darme la oportunidad de superarme.

A la División de Ciencias Agronómicas, por haber sido el pilar básico en mi formación profesional.

Al Dr. JOSE LUIS MARTINEZ RAMIREZ, por las sugerencias y dirección en el presente trabajo.

Al Dr. PEDRO POSOS PONCE, y a los M.C. CARLOS MANUEL DURAN MARTINEZ y JAIME SANTILLAN SANTANA, por su orientación y sugerencias durante la presentación de este trabajo.

A todos mis maestros por sus enseñanzas y consejos.

Al M.C. SALVADOR GONZALEZ LUNA, por su buena disposición en la tramitación de la presente.

Al Ing. JOSE FUEYO McDONALD, por el apoyo en mi desarrollo como profesionista en Cuproquim de México, S. A. de C. V.

DEDICATORIA

A mis padres, por el ejemplo de honestidad y trabajo que ha sido fundamental en mi vida.

A mi esposa, por su apoyo incondicional.

A mis hijos, ya que en ellos tengo al juez más estricto que me motiva a superarme y ser un ejemplo real para ellos.

CAPÍTULOS	TEMA	PÁGINA
	ÍNDICE DE FIGURAS	3
1	PRÓLOGO	4
2	HISTORIA DE LOS FUNGICIDAS CÚPRICOS	5
3	EL COBRE COMO ELEMENTO EN LA AGRICULTURA	7
	3.1 El cobre y la planta	
	3.1.1 Procesos fisiológicos de la planta en los que el cobre interviene	
	3.2 Suelos con carencia de cobre y su corrección	
4	CONDICIONES QUE DEBE TENER UN FUNGICIDA PREVENTIVO.....	10
5	FUNGICIDAS CÚPRICOS	11
	5.1 Fungicidas de Cobre iónico (libre)	
	5.2 Fungicidas de Cobre metálico (fijo)	
	5.2.1 Presentaciones de productos formulados	
	5.2.1.1 Sulfato de tetramín cúprico	
	5.2.1.2 Oleato de cobre	
	5.2.1.3 Oxido cuproso	
	5.2.1.4 Sulfato tribásico de cobre	
	5.2.1.5 Oxiclورو de cobre	
	5.2.1.6 Hidróxido cúprico	
	5.2.1.7 Quinoleato de cobre	
	5.2.1.8 Acetoarceciato de cobre	
	5.3 Formulaciones	
	5.3.1 Formulaciones en seco	
	5.3.2 Formulaciones en líquido	
6	CARACTERÍSTICAS DE LOS FUNGICIDAS CÚPRICOS	15
	6.1 Humectabilidad	
	6.2 Suspensibilidad	
	6.3 Tamaño de partícula	
	6.4 Solubilidad	
	6.5 Compuestos de cobre soluble	
7	TOXICIDAD DE LOS FUNGICIDAD CÚPRICOS	18
	7.1 En Humanos	
	7.1.1 Sintomatología	
	7.1.2 Primeros auxilios	
	7.1.3 Tratamiento médico	
	7.2 En Animales e insectos	
	7.3 Efectos de intoxicación en plantas (fitotoxicidad)	
	7.3.1 Intoxicación de la planta	
	7.3.2 Intoxicación de la raíz	
	7.4 Residualidad en los frutos y productos comestibles	

EL COBRE COMO FUNGICIDA AGRÍCOLA

8	MODO DE ACCIÓN DE LOS FUNGICIDAS CÚPRICOS	21
	8.1 Fungicidas de cobre iónicos y su modo de acción	
	8.2 Fungicidas de cobre metálico y su modo de acción	
	8.3 Fungicidas Sistémicos o solubles y su modo de acción	
	8.4 Acción Bactericida	
9	USOS	23
	9.1 Preventivo	
	9.2 Curativo	
	9.3 Al suelo	
	9.4 Al tronco	
	9.5 Tratamiento de semillas	
10	COMPORTAMIENTO EN EL TANQUE DE ASPERCIÓN Y APLICACIÓN ..	28
	10.1 Compatibilidad	
	10.1.1 Fungicidas de cobre iónicos	
	10.1.2 Fungicidas de cobre metálico	
	10.1.3 Fungicidas de cobre soluble o sistémicos	
	10.2 Potenciación de fungicidas cúpricos en mezcla.	
	10.2.1 Acción conjunta	
	10.3 Orden de mezclado en tanque de aspersión	
	10.4 Equipos y boquillas	
	10.5 Uso de Coadyuvantes de aspersión	
11	CULTIVOS Y ENFERMEDADES QUE PREVIENE	35
	11.1 Cultivos autorizados	
	11.1.2 Cultivos sensibles	
	11.2 Enfermedades que previene	
	11.2.1 Hongos de follaje	
	11.2.2 Bacterias	
	11.2.3 Algas, líquenes y otros	
12	PREVENCIÓN DE DAÑO POR HELADAS	39
13	EFFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE	42
14	EXPERIENCIAS Y RECOMENDACIONES DE CAMPO	43
	BIBLIOGRAFÍA	48

INDICE DE FIGURAS:

	<u>página</u>
Figura 1 --- Mildiú de la vid (<i>Plasmopara viticola</i>)	5
Figura 2 --- Deficiencia de cobre en manzano.	8
Figura 3 --- Humectabilidad.	15
Figura 4 --- Suspensibilidad.	16
Figura 5 --- Exceso de aplicación.	19
Figura 6 --- Fruto de manzano recién aplicado y listo para cosecharse.	20
Figura 7 --- Espora del hongo del mildiú de la vid con microscopio electrónico.	21
Figura 8 --- Mancha bacteriana en tomate (jitomate).	22
Figura 9 --- Acción preventiva de fungicidas cúpricos.	23
Figura 10 -- Pudrición bacteriana en agave (<i>Erwinia spp.</i>).	24
Figura 11 -- Secadea en fresa, enfermedad en la raíz.	24
Figura 12 -- Oleato de cobre en herida de poda sobre durazno.	25
Figura 13 -- Pasta de hidróxido cúprico en tronco de manzano.	26
Figura 14 -- Aplicación invernal sobre manzanos.	26
Figura 15 -- Equipo para tratamiento de semilla a baja escala.	27
Figura 16 -- Pre mezcla de fungicidas polvos humectables.	29
Figura 17 -- Orden de adición de agroquímicos en tanque de aspersión.	30
Figura 18 -- Aplicación aérea.	31
Figura 19 -- Aplicación terrestre, con pistolas.	31
Figura 20 -- Boquillas en aplicación aérea.	32
Figura 21 -- Efecto de tensión superficial del agua.	33
Figura 22 -- Efecto de deriva en aplicación terrestre.	34
Figura 23 -- Manchado en manzano por hidróxido cúprico.	36
Figura 24 -- Fruto maduro y el efecto del manchado por hidróxido cúprico.	36
Figura 25 -- Etapa de "flor rey" en manzano.	37
Figura 26 -- Roya del caféto (<i>Hemileia vastatrix</i>).	37
Figura 27 -- Tizon de fuego en manzano (<i>Erwinia amylovora</i>).	38
Figura 28 -- Ventilador para romper inversión térmica en cultivo de manzano.	39
Figura 29 -- Flor de manzano afectada por frío.	41
Figura 30 -- Flor de manzano tratada con hidróxido cúprico sin daño por frío.	41
Figura 31 -- Tabla comparativa de parámetros de calidad de fungicidas cúpricos	45
Figura 32 -- Gráfico de solubilización de oxiclورو más mancozeb	46
Figura 33 -- Análisis de tamaño de partícula de HIDROCU ^{MR}	47

CAPITULO 1 PRÓLOGO:

La presente es recopilación de información y experiencias de más de diez años, que pongo a disposición de estudiantes, maestros, agrónomos y productores agrícolas, para una mejor comprensión en el uso de fungicidas cúpricos.

El cobre, bajo la forma de distintos compuestos, ocupa un lugar muy importante entre los fungicidas inorgánicos. A pesar de su antigüedad, estos fungicidas siguen teniendo vigencia, aunque no tan extensa como antes. La expansión que consiguieron se ha visto mermada por la presencia en el mercado de productos orgánicos, tanto o más efectivos que ellos (Barrera, 1989).

Estos compuestos inorgánicos no han sido sustituidos en todas sus aplicaciones. El avance en el desarrollo de los fungicidas ha resultado en una mejor delimitación de campos. Y si el cobre antes era usado para problemas muy diversos, hoy su aplicación contra determinados patógenos ha sido revalorizada al no ser superada por los fungicidas orgánicos sintetizados hasta el presente (Barrera, 1989).

Sería erróneo creer que la disminución en su consumo señala su próxima extinción. Los fungicidas a base de cobre ofrecen aún gran utilidad y tienen un puesto de consideración en el conjunto de productos empleados en la actualidad. Incluso, a la fecha se ha demostrado que los fungicidas orgánicos causan resistencia en los patógenos y tienen un costo muy alto, cosa contraria en los fungicidas cúpricos y es por eso que su uso recupera terreno (Barrera, 1989).

El cobre es uno de los cationes metálicos más tóxicos, siendo solo ligeramente menos tóxico que la plata y el mercurio (De la I. de Bauer, 1984).

El cobre también es un MICROELEMENTO necesario para el buen desarrollo de las plantas cultivadas.

CAPITULO 2 HISTORIA DE LOS FUNGICIDAS CUPRICOS:

El primer antecedente en la historia del uso del cobre como fungicida data de 1807, en donde Provest utilizo sulfato de cobre (CuSO_4) para el tratamiento de semillas de trigo contra el carbón parcial (De la I. de Bauer, 1984).

Las aspersiones de cobre no tienen antecedentes en la historia antigua; W. F. Radclyffe probó el sulfato de cobre sobre los rosales para el control de la cenicilla en 1861, pero quemó el follaje. El verdadero inicio de las aspersiones de compuestos con cobre se dio por la introducción del mildiú veloso en la vid de América a Francia, al encontrarse que el azufre tenía poco valor para controlar esta enfermedad y únicamente el descubrimiento del caldo bordelés salvo a la industria Europea de la vid (Velez L, E. 1988).



Figura # 1

Mildiú de la vid (*Plasmopara viticola*), enfermedad en la que se uso el “caldo bordeles” por primera vez (Bessis, R. 1986).

Los acontecimientos que hicieron posible el descubrimiento del caldo bordelés en Francia, son únicos: “Entre los caminos cercanos a St. Julien, Margaux y Pauillac en el Medoc, los cultivadores de vid sufrían pérdidas considerables cada año por los robos y tenían la costumbre desde hacia tiempo de empapar las hileras cercanas de los caminos con “verdigris” (acetato de cobre) en solución para dar la apariencia de que los frutos habían sido envenenados” (Velez L, R. 1988).

En muchos casos una mezcla de cal y sulfato de cobre substituyeron al acetato de cobre (verdigris) tomando en cuenta que era más económica. A. Millardet, profesor de botánica de la Facultad de Ciencias Bordeaux observó en Octubre de 1882, que los viñedos que habían sido tratados conservaron su follaje, mientras que aquellos que se encontraban alejados del camino sufrieron intensa defoliación (Velez L, R. 1988).

Millardet y Prillieux pronto atribuyeron tal control al sulfato de cobre presente en la mezcla, ya que la cal había sido probada mucho tiempo antes y se sabía que era inefectiva para el control del mildiú. Millardet recibió mucho crédito por el descubrimiento, tanto que continuo con el trabajo experimental con estos materiales, siendo ayudado por M. Gayon, profesor de química de la Facultad de Ciencias de Bordeaux. Ellos llamaron a este material "**Bouillie Bordelaise**" (Velez L, R. 1988).

En la preparación del caldo bordelés se han empleado desde su descubrimiento muchas fórmulas, pero el ingrediente activo en la solución que es un complejo de sulfato de cobre y calcio ha permanecido inalterable (Velez L, R. 1988).

El caldo bordelés fue introducido en los E.U.A. en el año 1885 por F. Lamson-Scribner del Departamento de Agricultura de E.U.A. y pronto se comprobó que era un fungicida muy efectivo en las papas, tomates y muchos otros cultivos. W. J. Green en la estación agrícola experimental de Ohio, fue probablemente la primera persona que lo empleó en los frutales aplicándolo en las cerezas para el control del manchado de las hojas en 1890 (Velez L, R. 1988).

El caldo bordelés fue aplicado por primera vez en forma de polvo por G. C. Johnson, de Kansas City, en el año de 1900 poco más o menos. Los polvos de cobre y cal se han mejorado considerablemente y tienen un uso muy amplio en la protección de los cultivos. Desde la introducción de los compuestos en forma insoluble o "fija" (cobres metálicos) que comenzó allá por el año de 1929 y en la actualidad con el uso de los "cobres solubles" que son ambientalmente más seguros, el caldo bordelés esta siendo remplazado en su uso (Velez L, R. 1988).

En 1900 el "verde Paris" (arseniato de cobre) se usaba como insecticida tan extensamente, que provocó la introducción de la primera legislación estatal (Mississippi) para regular el uso de los insecticidas en E. U. A. (Cremllyn, R. 1985)

CAPITULO 3 EL COBRE COMO ELEMENTO EN LA AGRICULTURA:

El cobre es un elemento que se requiere en cantidades muy pequeñas para el buen desarrollo y salud de las plantas. Se le conoce como "micro elementos" (Richter, G. 1980).

El cobre se necesita solo en trazas, pero es por completo esencial por que forma parte de diversas enzimas, en especial de la citocromo-oxidasa, que permite la oxidación respiratoria final (Rojas G, M. 1982).

En las plantas la mayor parte del cobre se encuentra combinado con las proteínas, normalmente en forma de una oxidasa relacionado con la transferencia de electrones. Ejemplo de estos catalizadores orgánicos son la tirosinasa, la lacasa y la oxidasa ascórbica (Richter, G. 1980).

El cobre esta presente en los ceroplastos de las hojas verdes, desempeñando un papel esencial en la fotosíntesis -de la cual depende la agricultura, y por lo tanto, todos los tipos de vida animal y humana- (Fueyo McD, J. 1986).

3.1 El cobre y la planta

La planta toma del suelo el cobre que necesita, bien en estado iónico o en cualquier otra forma de cobre soluble. Una pequeña cantidad de cobre "útil" en el suelo, del orden de las 4 partes por millón de suelo seco, es suficiente para satisfacer las necesidades de la mayoría de las plantas cultivadas. Si el cobre "útil" es menor generalmente se producen cambios fisiológicos en la planta, cuya intensidad depende de la magnitud de la carencia de cobre. Aunque todas las plantas, incluidos arbustos y árboles, acusan más o menos rápidamente la falta de cobre, la mayoría de los cereales como la avena, la cebada y el trigo, son especialmente sensibles (Fueyo McD, J. 1986).

Mientras los tomates, el tabaco y la cebolla son bastante menos sensibles, así estas plantas son útiles indicadores de carencia en los suelos. Entre los frutales; los ciruelos, papayos, manzanos y perales son muy sensibles a la falta de cobre (Rodríguez S, F. 1992).

No obstante es difícil diagnosticar las carencias de cobre con la simple observación exterior de la planta, ya que, muchas veces el trastorno observado puede no ser debido a la simple carencia de cobre útil, sino estar complicada con la falta o exceso de otros micro elementos. Por ejemplo; carencia de manganeso o eventualmente anormal exceso de molibdeno en el suelo. Además, las necesidades mínimas de cobre de las diferentes especies de plantas no son las mismas, variando también en los diferentes estados de desarrollo (Trocmé y Gras, 1985).



Figura # 2

Ilustración de la deficiencia de cobre en manzano (Van Der Schelde, M. 1974)

Deficiencia de cobre en manzano, Síntomas; 1) Las puntas de las hojas jóvenes toman un color amarillo y se secan, algunas hojas en las puntas de las ramas se desprenden. 2) El punto vegetativo muere y después se secan las ramas. 3) Vuelven a brotar las ramas en las axilas más bajas. 4) las nuevas ramas laterales también se secan. En el árbol la corteza de las ramas viejas puede morir y la superficie adquiere un aspecto áspero. El fruto no presenta síntomas diferenciados (Van Der Schelde, M. 1974).

3.1.1 Procesos fisiológicos de la planta en los que el cobre interviene: (Improving plant production for human health and environmental quality, 1998)

- * Sistemas enzimáticos
- * Síntesis de proteína
- * Formación de la semilla
- * Formación de clorofila
- * Metabolismo del nitrógeno

3.2 Suelos con carencias de cobre y su corrección

En esta revisión no se intenta detallar los síntomas fisiológicos que las diferentes plantas y árboles cultivados presentan cuando se desarrollan en suelos deficientes de cobre.

EL COBRE COMO FUNGICIDA AGRÍCOLA

Las determinaciones analíticas muestran que el cobre total contenido en la mayoría de los suelos cultivados (capa arable) oscila entre 2 y 100 ppm, con una media aproximada de 20 ppm. Esto quiere decir que una hectárea contiene aproximadamente 100 kg de cobre (con 20 ppm). Cuando un suelo tiene exceso de cobre se le puede añadir cal para disminuir el cobre útil, por lo contrario en los suelos con deficiencias de cobre no es recomendable la adición de cal, a menos que también se hagan tratamientos periódicos de cobre. Los suelos calizos suelen ser deficientes en cobre útil (Rodríguez S, F. 1992).

Otros suelos que generalmente presentan carencia de cobre son los turbosos, sobre todo los recientemente puestos en cultivos, los suelos arenosos con alto contenido de humus, los suelos arenosos y calcáreos, y los muy lixiviados, especialmente si son ácidos (Bovey, 1989).

El sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$) que contiene aproximadamente la cuarta parte de su peso en cobre, es el fertilizante más utilizado. También las aplicaciones de compuestos de cobre fijos en forma foliar (para prevenir enfermedades) basta para proveer al cultivo las cantidades de cobre requeridas. Si las aplicaciones de fungicidas de cobre fijos (o metálicos) son frecuentes, los niveles de cobre fijo (no útil) se eleva en el suelo y con la acción microbiana del suelo se van transformando en cobre útil (Rodríguez S, F. 1992).

**CAPITULO 4 CONDICIONES QUE DEBE TENER UN
FUNGICIDA PREVENTIVO**

- 4.1 Fitotoxicidad muy baja, de lo contrario se causara un gran daño al cultivo (Cremllyn, R. 1985).
- 4.2 Deberá ser fungitoxico “per se” (por si solo) o tener la capacidad de convertirse en un fungitoxico dentro de la espora del hongo, y deberá actuar rápidamente antes de que la espora penetre la cutícula de la planta (Cremllyn, R. 1985).
- 4.3 Deberá poder penetrar a la espora y alcanzar el sitio de acción fundamental en el hongo (Cremllyn, R. 1985).
- 4.4 Deberá tener la capacidad de adherirse con firmeza a la planta y así poder resistir los efectos climatológicos o de riego por periodos largos (Cremllyn, R. 1985).

CAPITULO 5 FUNGICIDAS CÚPRICOS:

5.1 Cobre iónico o libre

Se le llama cobre iónico o libre, porque de esta forma es como se encuentra en la mezcla (químicamente activo).

Se le llama caldo bordeles a la mezcla de sulfato pentahidratado de cobre más cal, disueltos en agua, en cantidades variables según los casos. Si mezclamos sulfato pentahidratado de cobre en agua, obtendríamos una solución mortífera, capaz de quemar las hojas u otras partes de cualquier planta tratada. En efecto, el sulfato pentahidratado puesto en agua se disuelve liberando su componente ácido, el cual, como todo ácido quema. Por esto a la solución de sulfato se le añade una cierta dosis de cal que tiene propiedades contrarias a las del ácido y por eso neutraliza la solución (Barrera, C. 1989).

La cal reacciona en el agua con el sulfato y forma una mezcla que se aplica sobre la planta a defender. La cal no solo sirve para neutralizar la fuerza ácida del sulfato, sino también para hacer la mezcla más persistente sobre las plantas tratadas. Se puede usar la cal viva (a mojar) o la cal apagada (ya mojada), o bien un polvo de cal que se compra ya preparado con las indicaciones de las cantidades a usar (Velez L, E. 1988). Se usa la cal a partes iguales del sulfato pentahidratado de cobre, la mezcla más común es de 10 : 10 en 100 lts de agua.

Un caldo bordelés neutro jamás será peligroso para las plantas. Un caldo ácido tiene más rapidez y eficacia de acción contra los hongos, pero no permanece mucho tiempo sobre las partes tratadas y tiene el riesgo de quemar los brotes más tiernos. El caldo bordeles alcalino tiene una mayor persistencia pero una menor velocidad de acción (Velez L, E. 1988).

El compuesto resultante en el caldo bordeles es una composición variable, que contiene sulfato de cobre mas o menos básico, hidróxido de cobre, cal apagada y sulfato cálcico. El compuesto formado depende de las proporciones de sulfato y de cal, orden de adición de los compuestos, forma de preparación, etc., todos estos factores tienen gran influencia no solo en la composición química sino en las propiedades físicas y efectividad del caldo bordelés resultante (Velez L, E. 1988).

El caldo bordeles es el fungicida de cobre de uso más antiguo, no por esto es el producto más eficaz. De hecho tiene muchas limitaciones y problemas en su aplicación.

Para determinar su acidez o alcalinidad se debe de usar un papel indicador de pH (práctica no acostumbrada). Es incompatible con cualquier otro agroquímico y corroe las partes metálicas en los equipos de aplicación que se deben de lavar muy bien después de aplicarlo. Tiene un costo inicial bajo, pero si se miden todas las limitantes en realidad resulta mucho más caro por hectárea que la aplicación de un fungicida de cobre metálico.

El tamaño de partículas es muy variable en este producto, ya que depende del modo de preparar la mezcla: Si se diluye el Sulfato primero y se le agrega la lechada de cal es como se logra la menor partícula, pero si se mezcla de modo contrario la partícula es mayor.

Composición del caldo bordelés (10:10:100):

* El contenido de cobre en el caldo bordeles es de	25.3 %
* pH del sulfato penta hidratado sin cal	3.5 pH
* Contenido de plomo máximo	250 ppm
* Contenido de sulfatos máximo	20.0 %

Hay que tomar en cuenta que **“los Iónes de cobre en solución son tóxicos para la vida vegetal y la acción fungicida selectiva se logra aplicando compuestos insolubles (metálicos) en agua para evitar daños en el follaje del cultivo aplicado”**. Por lo que los fungicidas cúpricos evolucionaron en compuestos químicos insolubles en agua o cobres metálicos (Barrera, C. 1989).

5.2 Cobres metálicos.

Dentro de este grupo se encuentran, entre otros (Thomson, W. T. 2000):

- Sulfato de tetramín cúprico
- Oleato de cobre
- Oxido cuproso
- Sulfato tribásico de cobre
- Oxiclورو de cobre
- Hidróxido cúprico
- Quinoleato de cobre
- Acetoarceñiato de cobre

Por los constantes problemas para preparar el caldo bordeles se desarrollaron los compuestos de cobre metálico o fijo. Estos compuestos han superado al caldo bordeles en muchos aspectos; Tienen compatibilidad con la gran mayoría de agroquímicos por su pH neutro y vienen formulados con adherentes, humectantes, etc. El contenido de cobre es mucho mayor, ya que tienen del 50 al 53 % de cobre metálico por kilo. Son utilizados en la gran variedad de cultivos y en casi todos sus estados vegetativos sin riesgo de fitotoxicidad. Presentan un menor tamaño de partícula lo cual junto a su formulación les da mucha mayor adherencia en las plantas tratadas. Por su presentación del cobre en forma metálica se pueden aplicar varias veces en un mismo cultivo durante todo su ciclo sin riesgo de fitotoxicidad.

Los fungicidas de cobre metálicos tienen una gran ventaja en comparación del caldo bordeles (aparte de las ya mencionadas anteriormente), por su mayor contenido de cobre y su menor tamaño de partícula las dosis que se aplican son mucho menores y por consiguiente el costo de la aplicación es menor por hectárea.

El termino “metálico” significa que el cobre viene químicamente “fijo” con otros compuestos, y no se encuentra libre (iónico) para reaccionar o liberar su acidez.

De los fungicidas de cobre metálico que más se usan en México, son; el sulfato tribásico de cobre, el oxiclورو de cobre y el hidróxido cúprico.

5.2.1 Formulaciones químicas

5.2.1.1 Sulfato de tetramín cúprico

Contenido de cobre	6.19 %
Contenido de sulfatos	10.32 %
Contenido de plomo	260 ppm

5.2.1.2 Oleato de cobre

Para su fabricación se emplean sales de cobre de los ácidos grasos. Su principal uso es en tratamientos de semillas y en menor cantidad las aplicaciones foliares.

5.2.1.3 Oxido cuproso

También conocido como "cobre rojo", tiene una concentración de 80 % de cobre metálico, la dosis es menor, pero el riesgo de ser fitotóxico es mayor por la alta concentración de cobre. Es un polvo amarillo o rojizo. Se emplea en aplicaciones foliares, pero su mayor uso es en aplicaciones invernales. Su fórmula es: Cu_2O

5.2.1.4 Sulfato tribásico de cobre

También conocido como sulfato de cobre básico, tiene un color verde pálido de poca toxicidad, irrita muy fácil los ojos. Su fórmula es: $CuSO_4 \cdot 3Cu(OH)_2 \cdot H_2O$

5.2.1.5 Oxiclорuro de cobre

Color verde claro, su forma de partícula es semiesférica y porosa, tiene una toxicidad muy baja no es tóxico a las abejas. Se utiliza en cultivos muy diversos, como; floricultura, horticultura, viticultura, ornamentales, forestales, etc..

Su fórmula es: $3Cu(OH)_2 \cdot CuCl_2$

5.2.1.6 Hidróxido cúprico

Tiene un color azul claro. De todos los fungicidas de cobre metálicos, es el que tiene las mejores características físicas y químicas. Es un excelente **bactericida**, se usa en la **prevención** de la gran mayoría de enfermedades de origen fungoso y bacteriano. Su partícula es en forma de cristal.

En años recientes se ha demostrado el efecto que tiene para ayudar a prevenir los daños por frío. (ver capítulo 12) Su fórmula es: $Cu(OH)_2$

5.2.1.7 Quinoleato de cobre

Usado en tratamiento de semillas, heridas de poda, cáncer del tronco y muy poco en aplicaciones al follaje. (solubilidad en agua = 7 ppm)

5.2.1.8 Acetoarsenito de cobre

También conocido como "Verde París". Es muy tóxico y fue usado en tratamientos al suelo y como insecticida. En la actualidad su uso está prohibido por el arsénico que contiene.

5.3 Presentaciones de productos formulados (Barrera, C. 1989):

5.3.1.1 Formulaciones en seco: Polvo humectable (PH);

Polvo capaz de ser mojado (humectado) y mantenerse en suspensión en agua durante un tiempo más o menos largo. El Ingrediente Activo (generalmente insoluble o muy poco soluble en agua) está dispersado en una materia inerte, y a la formulación se le añaden coadyuvantes tales como **humectantes** (para conseguir un mojado rápido) **agentes de suspensión** (para ayudar a mantenerlos suspendidos en el agua), **adherentes** (para darles resistencia al lavado por la lluvia o riego), cuando es necesario **estabilizantes** (para impedir descomposiciones cuando están almacenados) y **protectores de pH** para evitar su hidrólisis. Todos estos coformulantes están destinados a conseguir la mejor eficacia del producto una vez aplicado. Para los fungicidas cúpricos poco o nada solubles en agua, es el polvo humectable la formulación más adecuada, pues permite obtener elevadas concentraciones de Ingrediente activo sin mermar la eficiencia.

5.3.1.2 Dry floable (DF) o Gránulos dispersables (GD)

Misma formulación que la anterior, solo que viene en pequeños **gránulos dispersables en agua**, tienen un precio un poco más alto por que en su formulación requiere equipo especial (diferente al equipo de los polvos humectables), sus ventajas son; que se puede medir como un líquido y que no despierta polvo al manejarlo.

NOTA.- Esta formulación es diferente a la formulación de "GRANULOS o GRANULAR" normalmente usada en insecticidas para el suelo.

5.3.2 Formulaciones líquidas: Floable (FI) o Suspensión (S)

Este tipo de formulaciones denominada en inglés "Flowable" consiste de una suspensión o pasta formulada de un producto sólido en un líquido. Consiste de dos fases: la dispersa, constituida por las partículas del sólido, y la dispersante que es el líquido que acostumbra a ser agua.

Las formulaciones Floables por lo general tienen menor tamaño de partícula comparadas con los polvos humectables, ya que se formulan como pasta y con mucho mayor molienda, ya una vez formuladas se les adiciona el líquido (puede ser agua, aceites, etilenglicol, etc.).

Si se saca la pasta o material técnico se le adiciona el líquido y posteriormente se formula, se forma una "suspensión" que por sus características físicas tiene mayor tamaño de partícula, por consiguiente menor suspensibilidad y su eficiencia como fungicida disminuye.

CAPITULO 6 CARACTERISTICAS DE LOS FUNGICIDAS CÚPRICOS:

6.1 Humectabilidad.

Propiedad física de los polvos humectables para ser mojados (o humectados) e incorporarse en el agua de mezcla. Se mide en segundos, a partir de que se pone el polvo humectable sobre la superficie del agua y éste se incorpora totalmente en el agua, no queda flotando en la superficie como talco.

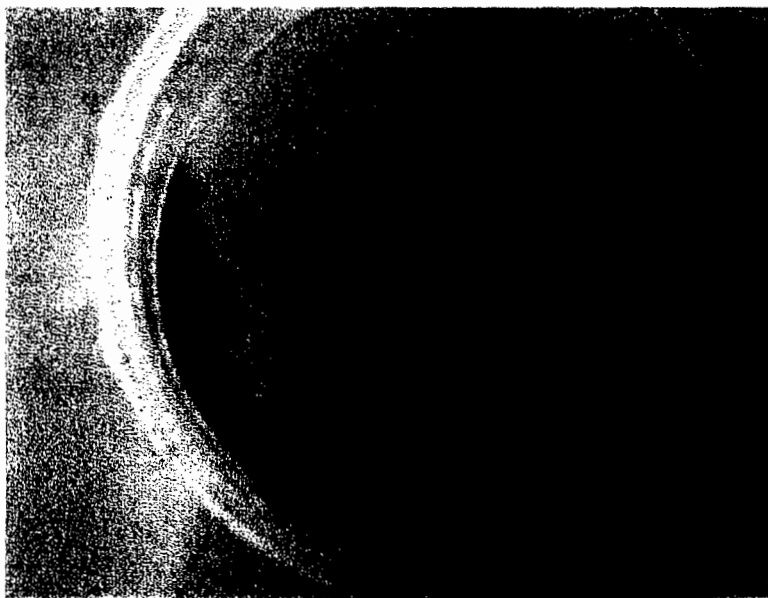


Figura # 3

La HUMECTABILIDAD significa el tiempo que un polvo humectable se moja o se incorpora en el agua sin batirlo o incorporarlo mecánicamente. En la formulación del material técnico en donde se le da la cualidad de humectabilidad, para que no quede flotando como talco.

Es muy importante que el polvo humectable tenga una buena humectabilidad, de lo contrario se forman grumos en la premezcla o en el tanque de aspersión que van a ser difícil de mojar o humectar y taponean boquillas.

6.2 Suspensibilidad.

Es una característica de los polvos humectables y suspensiones que va muy relacionada con su tamaño de partícula y la formulación. La suspensibilidad se determina como el tiempo que permanece una partícula que no se solubiliza en un medio líquido sin precipitarse al fondo.



Figura # 4

La SUSPENSIBILIDAD es muy importante, ya que si el producto se presipita al fondo (decantado) por mala formulación o tamaño de partícula grande, en la aplicación y control de las enfermedades se tendrá un mal resultado. Se puede hacer la prueba en un recipiente translucido y observar en cuanto tiempo se clarea el agua de la parte de arriba y se ve en el fondo la acumulación del fungicida. Este parámetro no aplica en polvos solubles.

Este parámetro de calidad va muy relacionado con el tamaño de partícula (que se ve más adelante) ya que a mayor partícula, mayor decantación (o precipitación al fondo) y esto influye en el resultado de la aplicación, por lo tanto en la prevención de la enfermedad.

6.3 Tamaño de partícula (ver análisis de partícula de HIDROCU^{MR}, en página 47):

El tamaño de partícula juega un papel muy importante en la calidad del fungicida y en el resultado de control preventivo, ya que: **Toda acción fungicida está relacionada directamente con el tamaño de partícula, o sea su grado de finura.**

El tamaño de partícula influye, aparte de la eficiencia del cubrimiento, en una disposición mayor y más rápida de cobre iónico, que significa un control más rápido y eficiente de la enfermedad.

Hay una relación directa entre tamaño de partícula y dosis de fungicida. **A mayor tamaño de partícula mayor dosis y menor control preventivo. Y viceversa, a menor tamaño de partícula, menor dosis y mayor control.** Por esta relación se sabe que el hidróxido cúprico es el fungicida de cobre más eficaz y más barato por hectárea (según se ve en el cuadro "parámetros de calidad" de la página 45)

6.4 Solubilidad.

Solubilidad se determina a la pequeña proporción de cobre Fijo o metálico que se transforma a iónico en la fabricación de todos los fungicidas cúpricos metálicos.

Dependiendo el compuesto químico es la cantidad de cobre iónico. En la tabla comparativa de la página 45, vemos como el sulfato tiene una cantidad mayor de cobre iónico que el hidróxido. Estos porcentajes son el resultado de analizar los materiales formulados. A este cobre soluble le vamos a llamar “de proceso” o fabricación, como ya se dijo anteriormente, dependiendo del compuesto químico que se trate es el porcentaje que viene soluble o iónico en cada kilo que aplicamos.

Este cobre iónico de proceso nos afecta un poco la mezcla de aspersión, ya que reacciona con otros agroquímicos antes de aplicarse. Después de aplicado al cultivo, actúa un poco más rápido contra los hongos patógenos por un período muy corto, ya que es absorbido rápidamente por el cultivo y forma parte del proceso metabólico. Esto significa; que si el cultivo tiene deficiencias de cobre le va a ayudar o a corregir el problema, con una o varias aplicaciones, dependiendo de la gravedad. Como contraparte, esta fracción de cobre iónico puede llegar a ser tóxica a la planta (con varias aplicaciones consecutivas sobre el mismo cultivo), ya que se va absorbiendo hasta llegar a niveles tóxicos (ver síntomas de intoxicación de plantas, en página 19).

Todos los conceptos anteriores tienen su validez ya que se han visto que con excesivas aplicaciones al follaje de fungicidas cúpricos de mala calidad, las plantas nunca se desarrollan al mismo ritmo que las que tuvieron menos aplicaciones o se usaron productos de mayor calidad. El cobre iónico “de proceso” viene con la formulación y se libera al mezclar el fungicida en el agua de aspersión, al aplicarse esta mezcla en la planta el cobre es absorbido mientras estén mojadas las hojas, al secarse la aspersión del cobre, se detiene la absorción del ión.

6.5 Compuestos de cobre soluble.

Es necesario comprender la diferencia entre la mezcla y el compuesto de cobre soluble, y como afectan a los organismos fitopatógenos. El nombre “mezcla de cobre” (cobres metálicos) se emplea para distinguir a los productos con una gran limitación de solubilidad en agua (sulfato tribásico de cobre, oxiclорuro de cobre, etc) de los productos altamente solubles en agua -complejo de amonio de cobre carbonatado o Copper count-N- (Citrus & V. 1987).

Si verificamos la cantidad de cobre soluble en una mezcla de suelo con 1 kg de sulfato tribásico de cobre en 200 lts de agua, encontramos solo 2.6 ppm de cobre soluble en la mezcla, esto después de 2 horas de reposo. Por otra parte, con 500 grs de complejo de amoniaco de cobre carbonatado y solo con cinco minutos de reposo. En 200 lts de agua, obtendremos 412 ppm de cobre soluble (Citrus & V. 1987).

Las teorías más recientes sostienen que; la cantidad de cobre soluble en la solución de aspersión es más importante que la cantidad de cobre “metálico” aplicado para controlar las enfermedades bacterianas (Citrus & V. 1987).

Estos compuestos tienen un 8 a 12 % de cobre total, por lo que se consideran más nobles con el medio ambiente y el control preventivo de bacterias es similar al de los cobre metálicos, no así el control preventivo de enfermedades fungosas (Citrus & V. 1987).

CAPITULO 7 TOXICIDAD DE LOS FUNGICIDAS CÚPRICOS (TOXICOLOGÍA):

7.1 Toxicidad en Humanos

Los fungicidas a base de cobre se consideran en general poco tóxicos o no tóxicos, su DL50 es de 1000 mg/kg de peso (categoría IV). Salvo en los casos de ingestión de grandes cantidades, en las que puede presentarse gastroenteritis u otras manifestaciones que puedan conducir a la muerte (Cuproquim de México, 1996).

7.1.1 Sintomatología

Al contacto con la piel, algunas veces se ha presentado dermatitis, particularmente con el uso continuo de algunos derivados de cobre. En la intoxicación agudas por ingestión, generalmente intencional con fines de suicidio, se presenta sensación dolorosa de quemadura en la boca y esófago, diarrea, vómito, tenesmo, anuria, lesión hepática, colapso y convulsiones (Lagunes T, A. 1990).

7.1.2 Primeros auxilios

Administrar leche o fécula (sémola o patata) si fue ingerido. Si hay irritación en la piel o en ojos, lavar con abundante agua (Lagunes T, A. 1990).

7.1.3 Tratamiento médico

Lavado cuidadoso del estómago con carbón medicinal (3 a 5 cucharadas en medio litro de agua) y óxido de magnesio y sulfato de sodio (2 a 3 cucharadas en medio litro de agua). Es útil también administrar a cucharadas una solución al 1 % de ferrocianuro potásico para formar ferrocianuro cúprico difícilmente soluble y disminuir así la absorción. Reposición de líquidos con dextrosa al 5 % en solución salina. Administrar tónicos circulatorios (Lagunes T, A. 1990).

Solo en los casos muy graves de intoxicación por absorción puede usarse BAL en dosis de 3 mg/kg de peso, por inyección intramuscular profunda, proporcionándole el 1^{er} y 2^{do} días cada 4 horas; el 3^{er} día cada 6 horas y del 4^{to} al 10^{mo} días cada 12 horas. Precaución en caso de insuficiencia renal (Lagunes T, A. 1990).

Mantener el equilibrio hídrico y electrolítico. Puede ser necesario efectuar transfusiones en caso de anemia hemolítica. Tratar la anuria y lesión hepática. Tratar el dolor con opiáceos o analgésicos narcóticos -Demeral[®] 100 mg- (Lagunes T, A. 1990).

7.2 Toxicidad en animales e insectos

Los fungicidas cúpricos SI son tóxicos a peces y tienen una acción "algicida" en estanques o embalses. No son tóxicos a abejas u otros insectos benéficos (Cuproquim de México 1996).

7.3 Efectos de intoxicación en plantas (FITOTOXICIDAD):

De hecho, ninguno de los fungicidas que existen actualmente en el mercado son por completo afitotóxicos. Pero los fungicidas cúpricos metálicos (o fijos) son de los menos agresivos a las plantas de cultivo.



Figura # 5

Aplicación excesiva en manzano, acumulación del fungicida de cobre metálico en los bordes inferiores de las hojas sin daño al cultivo.

7.3.1 Intoxicación en la zona aérea

Bajo intoxicaciones moderadas la planta frena su crecimiento o lo detiene por completo.

Si la intoxicación es fuerte, aparte de lo anterior, la planta cambia su color del tono vivo a un tono opaco o cenizo y las hojas se vuelven muy quebradizas (coriáceas) que con vientos fuertes se pueden romper y favorecer la entrada de fitopatógenos.

7.3.2 Intoxicación en las raíces

Estas intoxicaciones se dan por que el suelo está muy saturado de cobre por aplicaciones intensivas de cultivos anteriores. El resultado es una raíz de muy poco desarrollo, lo que lleva a una planta achaparrada.

El pH del suelo influye en el daño, ya que; a mayor acidez (pH de 6.5 o menos) del terreno, mayor probabilidad de que se produzca fitotoxicidad por cobre (en suelos con altos niveles). En pH alcalino (de 7.5 o más), el cobre se fija en el compuesto del suelo y se vuelve inasimilable para la planta (Bovey, R. 1989).

Estudios recientes en Florida han demostrado que los altos niveles de cobre residual en el suelo, inhiben la posibilidad de asimilación de micro nutrientes, especialmente hierro. Aparte matan a la microflora benéfica, lo que causa una disminución paulatina de la fertilidad (Citrus & V., 1987).

7.4 Residualidad en frutos y productos comestibles:



Figura # 6

Fruto de manzano, recién aplicado de hidróxido cúprico y listo para cosecharse. El fungicida solo queda en la superficie y se lava fácilmente al momento de empacarlo.

Todos los estudios demuestran que no hay residuos que puedan afectar la fisiología o calidad nutricional de los frutos o productos comestibles. No hay restricciones entre la aplicación de un fungicida cúprico y la cosecha ya que el intervalo de seguridad entre aplicación y cosecha es de cero días (National Academy of Sciences, 1984).

CAPITULO 8 MODO DE ACCIÓN DE LOS FUNGICIDAS CÚPRICOS:

La mayoría de los hongos patógenos penetra la cutícula y se ramifica a través de los tejidos de la planta, por lo que si se desea combatir la enfermedad deberá aplicarse un fungicida PREVENTIVO (o superficial), antes de que las esporas de los hongos lleguen a la planta. Sin embargo algunos hongos, como el mildiú (*Erysiphe sp.*) que se limitan a aparecer en la superficie de las hojas y en estos casos los fungicidas preventivos podrán tener también acción curativa.

8.1 Fungicidas iónicos y su modo de acción

A este grupo pertenece el caldo bordelés, y como es un cobre iónico actúa desde que se aplica, siempre de forma preventiva. Su mecanismo de acción es directo sobre las esporas de hongos y bacterias presentes en la superficie de las hojas por el efecto fitocida de las altas concentraciones de cobre iónico, con el alto riesgo de provocar fitotoxicidad, solo que su tiempo de protección es muy corto ya que reacciona con elementos del medio ambiente y tiende a formar compuestos insolubles por las esporas de los hongos **-las bacterias son incapaces de solubilizar el cobre por si mismas-** (Cuproquim de México, 1996).

8.2 Fungicidas NO iónicos y su modo de acción (cobres metálicos)



Figura # 7

Espora del hongo causante del mildiú de la vid (*Plasmopara viticola*), vista con microscopio electrónico.

Fuente (Bassis, R. 1986)

A este grupo pertenecen la gran mayoría de fungicidas cúpricos de venta en México. En donde la teoría más aceptada es; La acción enzimático de las esporas para penetrar la cutícula de las plantas solubiliza el cobre metálico que se encuentra sobre la planta y esto causa la desnaturalización no específica de las proteínas por el ión Cu^{++} , que a su vez reacciona con los grupos Sulfhidrilos reactivos a las enzimas, lo que explica la toxicidad de este ión a todas las formas de vida vegetal, y muy particularmente las esporas y células que por su tamaño reciben una muy alta concentración siendo por esto mucho más susceptibles (Cuproquim de México, 1996).

8.3 Fungicidas de cobre solubles y su modo de acción:

Estos productos tienen una molécula de cobre muy asimilable por la planta, que entra en el sistema vascular y trabaja de forma sistémica. Se habla de una molécula de cobre, no es cobre iónico, ya que de ser así se asimila como elemento y pasa a ser parte del proceso fisiológico de la planta y puede tener el riesgo de causar fototoxicidad en el cultivo. El cobre soluble controla los organismos patógenos por inactivación del sistema enzimático a través de la precipitación proteínica (www.phyton27.com, 2005).

8.4 Acción bactericida

La acción bactericida de los fungicidas cúpricos se obtiene mediante la solubilización del cobre metálico de forma paulatina (liberación lenta), o con la utilización de un cobre soluble (Conover, R. and Averre, C. 1981).

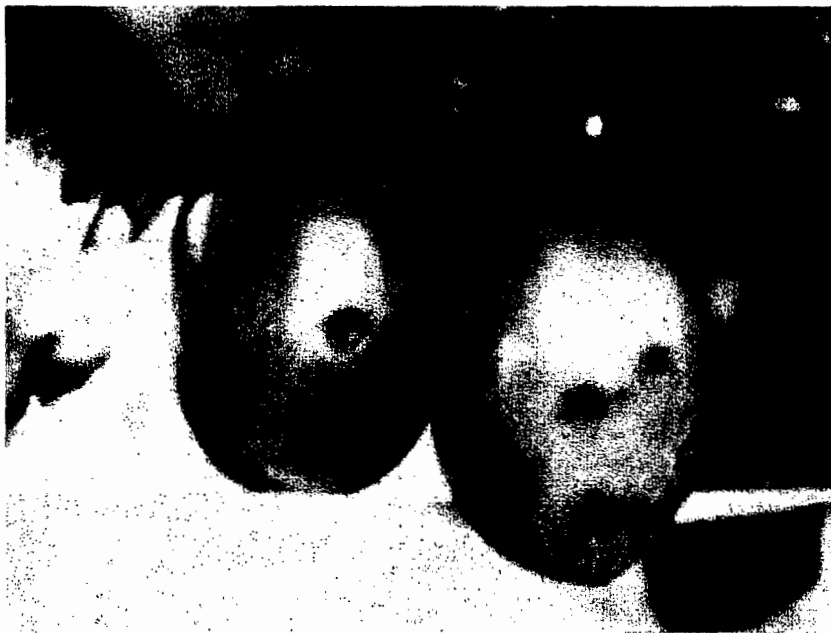


Figura # 8

Mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*) en tomate se previene con aplicaciones de hidróxido cúprico.

De los fungicidas de cobre metálicos, el hidróxido cúprico es el único con acción bactericida. También los fungicidas de cobre “soluble” tienen acción bactericida.

En la práctica se ha visto que el MARVIG^{MR} tiene acción curativa sobre problemas bacterianos en Chile.

CAPITULO 9 USOS DE LOS FUNGICIDAS CUPRICOS:

9.1 Preventivo

El principal uso de los fungicidas cúpricos es de forma preventiva o superficial. Se debe de aplicar cuando hay riesgo en el desarrollo de las enfermedades por las condiciones climáticas y antes de que se presente la enfermedad.

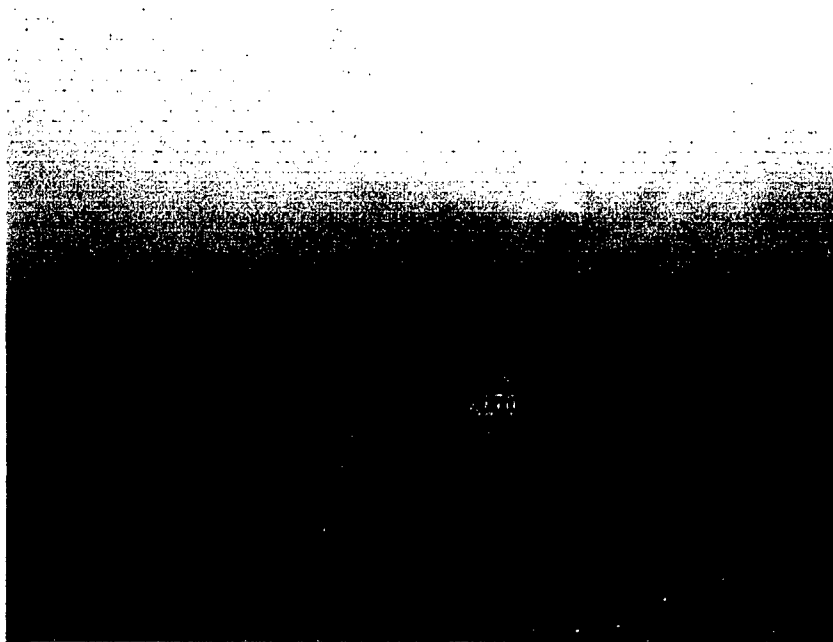


Figura # 9

Los fungicidas cúpricos se deben de aplicar antes de que aparezca la enfermedad sobre el cultivo y cuando las condiciones climáticas son favorables para el inicio del inóculo. Siempre es más recomendable poner un "alto" preventivo que una acción curativa.

El principal uso de los fungicidas cúpricos es de forma preventiva o superficial. Se debe de aplicar cuando hay riesgo en el desarrollo de las enfermedades por las condiciones climáticas y antes de que se presente la enfermedad.

9.2 Curativo

Los fungicidas cúpricos iónicos o los metálicos NO tienen acción curativa, ya que su efecto es únicamente en la superficie. Excepto en el caso de mildiú polvoriento, como se indica en el capítulo 8. La acción curativa (o sistémica) en el control de enfermedades fungosas es muy errática (poco confiable). El uso de fungicidas de cobre soluble para el control de una enfermedad ya establecida (hongos o bacterias) NO es muy recomendable. No hay estudios que contradigan o afirmen lo anterior la pregunta es ¿hasta donde es sistémico el cobre soluble como molécula fungicida / bactericida?. Ya que al transformarse en ión pasa a ser componente del metabolismo de la planta y en muchos casos el efecto curativo, puede ser la corrección de una deficiencia de cobre (enfermedad abiótica). Los he visto trabajar bien en la zona de San Quintín, Baja California, contra enfermedades vasculares en tomate (jitomate) de forma preventiva, solos nunca controlan un problema ya establecido.



Figura # 10

Para que un fungicida sea curativo debe tener acción sistémica (fungicida soluble), porque la enfermedad ya invadió parte de la planta, No es recomendable ya que los tejidos afectados no se van a recuperar y se merma mucho la producción. Pudrición bacteriana en agave causada por *Erwinia*.

9.3 Al suelo

La aplicación al suelo no es de uso muy común ni tiene registro oficial, solo el MARVIG^{MR} en el cultivo de agave, pero es una realidad. En la literatura se habla del “cheshunt compound” que consiste en el producto de reacción del sulfato de cobre con carbonato amónico, que se ha empleado en Norteamérica para tratamiento de suelos contra *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Fusarium*, *Sclerotium*. (www.plmlatina.com, 2004).

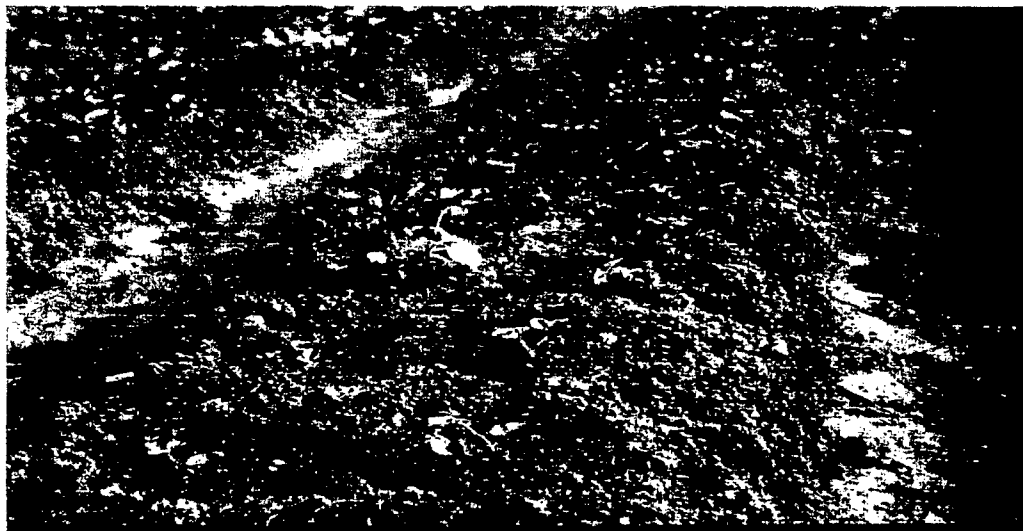


Figura # 11

Muerte de plantas de fresa en Zamora, Mich. causada por la “secadera”. Enfermedad que la controlan con aplicaciones de sulfato pentahidratado de cobre al suelo.

En la zona de Zamora, Mich. Se usa el sulfato pentahidratado de cobre aforado al agua de riego para el control de la "secadera" de la fresa. Los efectos ambientales no se han evaluado hasta la fecha. El efecto que tienen los fungicidas cúpricos en el suelo sobre la microflora benéfica, tarda en recuperarse de 3 a 6 meses, dependiendo de la humedad, la materia orgánica, el tipo y manejo del suelo, entre otros factores.

9.4 Al tronco

Los cortes y heridas grandes que se hacen de manera accidental sobre la corteza de ramas y troncos al podarlos, o durante el proceso de la eliminación de las infecciones que ocasionan hongos y bacterias, deben de protegerse de la desecación y se debe de evitar que sean puertas de entrada de nuevos patógenos. La desecación de los bordes de las heridas de los árboles generalmente se previene al cubrirlas con una pasta de hidróxido cúprico, que aparte de controlar hongos previene el ataque de bacterias (Domínguez, García-Trejo, 1989).

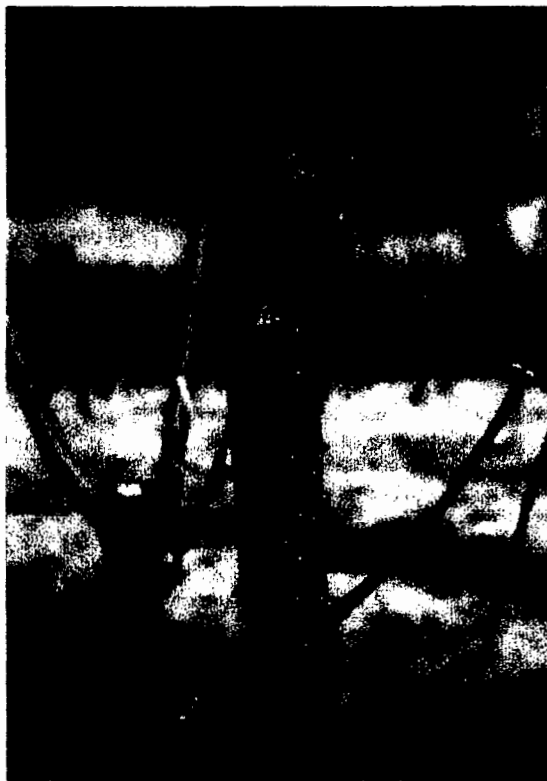


Figura # 12

Aplicación de oleato de cobre sobre las heridas de las ramas después de podar los duraznos.

Se pueden usar otros fungicidas cúpricos pero su acción bactericida es muy reducida. La pasta se prepara usando un hidróxido cúprico comercial y adicionándole agua en cantidad suficiente para que se adhiera bien y no se agriete (si queda muy seco), y si se le pone demasiada agua se escurre y no protege bien.



Figura # 13

Aplicación de "pasta" de hidróxido cúprico al tronco de manzano, después de remover (cirugía vegetal) los tejidos afectados en "canceres de tronco" (*Nectria galligena*)

En "tratamientos invernales" (sobre frutales perennes y caducifolios) con oxiclورو de cobre o hidróxido cúprico son capaces de controlar, de forma muy satisfactoria, la roña del tronco (*Venturia inaequalis*).



Figura # 14

Aplicación "invernal" en manzanos, cuando ya no tienen hojas (defoliados), para controlar la gran mayoría de enfermedades del tronco, con hidróxido cúprico. Esta práctica es muy laboriosa, pero vale la pena ya que el vigor de los árboles al retoñar en la primavera y la calidad de los frutos es superior a los árboles no tratados.

9.5 Tratamiento de semillas

Es el primer uso que indica la historia como fungicida preventivo que se le ha dado al cobre (sulfato pentahidratado de cobre), en el tratamiento del carbón parcial del trigo en la semilla. (De la I. de Bauer, 1984).

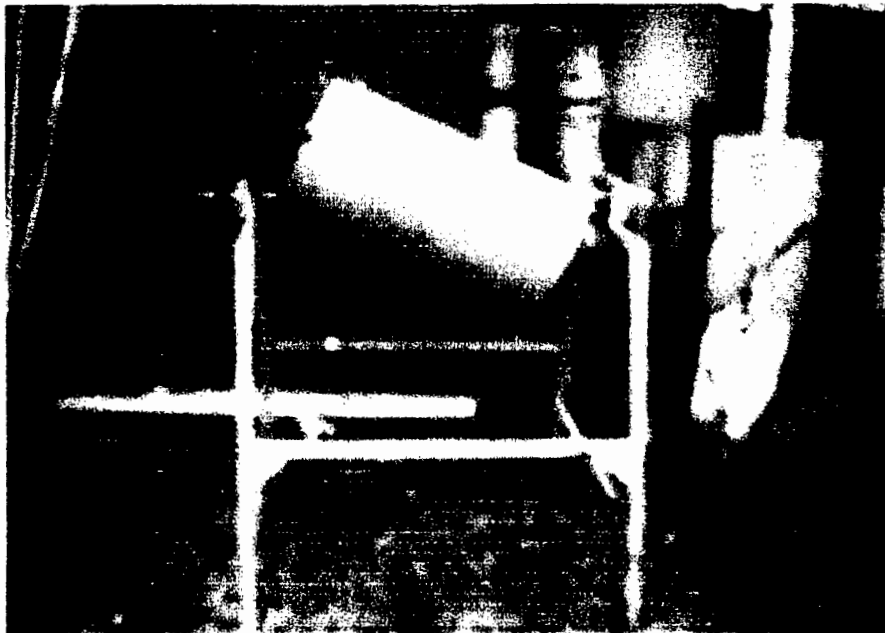


Figura # 15

Equipo casero para tratamiento de semillas a baja escala.

Durante el tratamiento de las semillas o de cualquier otro órgano de propagación con sustancias químicas, deben tomarse varias medidas preventivas para evitar que disminuya o cese la viabilidad de esos órganos de las plantas. Al mismo tiempo, debe fijarse a la semilla una cantidad suficiente de esos compuestos químicos para protegerlas de los ataques de los patógenos, debe difundirse y desinfectar el área del suelo en torno a las semillas una vez que se siembran para que las nuevas plantas se desarrollen normalmente sin que se vean atacadas por los patógenos durante el período de germinación, particularmente vulnerables.

El carbonato básico de cobre también se ha usado en formulaciones destinadas al tratamiento de semillas, en las que el cobre se emplea por su excelente acción contra carbones de cereales, royas y otras enfermedades.

El oleato de cobre es usado en tratamiento de semillas.

CAPITULO 10 COMPORTAMIENTO EN EL TANQUE DE ASPERSIÓN:

10.1 Compatibilidad

10.1.1 El cobre iónicos (caldo bordelés)

NO es compatible con nada. Se debe aplicar solo para evitar que reaccione con los agroquímicos mezclado. Corroe las partes metálicas de los equipos de aplicación por acidez (Velez L, E. 1988).

10.1.2 Los cobres metálicos

Son compatibles con la gran mayoría de insecticidas, fungicidas, fertilizantes foliares, biorreguladores, etc. Solo son incompatibles con productos de fuerte reacción alcalina.

10.1.3 Los cobres solubles

Tienen muchas más limitaciones de compatibilidad comparados con los cobres metálicos por su mayor disponibilidad de cobre. No son compatibles con "B-NINE"^{MR} (regulador de crecimiento), No son compatibles con compuestos ácidos (como el Aliette^{MR}), No son compatibles con "Methyl-thiophanate. No son compatibles con Fertilizantes foliares, No son compatibles con aceites de uso agrícola -COC- (www.plmlatina.com, 2004).

No aplicar cobres solubles 7 días antes o después de aplicar B-NINE, o 10 días antes o después de aplicar aceites de uso agrícola, o 14 días antes o después de aplicar Aliette o cualquier compuesto de naturaleza ácida. Tiene que dejar pasar 48 horas entre la aplicación de algún cobre soluble (Phyton-27^{MR}, MARVIG^{MR}) y la aplicación de cualquier otro agroquímico (www.plmlatina.com, 2004).

10.2 Potenciación de fungicidas cúpricos en mezcla.

Se confunden los términos de "POTENCIACION" con "SINERGISMO" por lo que hay que diferenciarlos;

Existe la probabilidad de efectos interactivos entre los componentes de la mezcla, uno de ellos aumentando la toxicidad del otro, esto es conocido como SINERGISMO, y se da cuando la toxicidad de una mezcla es mayor que la suma de la toxicidad de los componentes considerados en forma separada, esto siempre y cuando uno de los componentes de la mezcla no tenga acción tóxica. Si los dos componentes de la mezcla son fungicidas (insecticidas o herbicidas) y la toxicidad es significativamente mayor entonces se considera que hay POTENCIACIÓN en la mezcla (Lagunes T., A. 1990).

Los fungicidas cúpricos tienen acción de potenciación con; mancozeb (Bis-dietil ditiocarbamato de manganeso más zinc) y con azufre.

EL COBRE COMO FUNGICIDA AGRÍCOLA

El mancozeb se mezcla con oxiclورو de cobre que puede ser en forma química (en la formulación) en donde se forma un “carbamato cúprico”, o en forma física (relación de 1:1) ya sea en el tanque de aspersión o como fungicidas formulados por separado en algunas marcas comerciales. La mezcla química es superior a cualquier mezcla física. En la mezcla física de debe de dejar reposar en la premezcla por lo menos 4 horas para lograr un mejor resultado ver gráfica de página 42, (Conover, R. and Averre, C. 1981).

El mancozeb se puede mezclar con hidróxido cúprico, como mezcla física en el tanque de aspersión, en relación de 2:1. Es necesario hacer una pre-mezcla con agua (en una cubeta) y dejarlos reposar en un tiempo ideal de 8 horas. Esta mezcla tiene un excelente resultado contra bacterias de los géneros *Xanthomona* y *Pseudomona* ya que se logra una mayor solubilización (disposición) del cobre metálico en el hidróxido cúprico, mezcla muy usada en Chile y jitomate (Marco, G. and Stall, R. 1983).

El azufre con hidróxido cúprico, de mezcla física se recomienda pre-mezclando juntos a los dos fungicidas y después adicionarlos al tanque de aspersión. El resultado es parecido a la mezcla anterior, ya que se logra una mayor solubilización del cobre metálico en el hidróxido. Esta potenciación acelera el control preventivo de bacterias por la mayor disponibilidad del cobre elemento (iónico).



Figura # 16

Se recomienda siempre hacer una “pre mezcla” en agua antes de adicionar los fungicidas cúpricos al tanque de aspersión.

10.2.1 Acción conjunta;

Antibióticos (estreptomina, tetraciclina, etc.) con sulfato tribásico de cobre; Esta mezcla se complementa, pero NO forma potenciación, la mezcla se usa para prevenir hongos y bacterias. Tiene mayor costo que el hidróxido cúprico usado con el mismo fin. La marca comercial es AGRIMICIN 500^{MR}. Aparte hay otra marca comercial que se mezcla con oxiclورو de cobre, y es AGRIMICU 500^{MR}.

10.3 Orden de mezclado en tanque de aspersión.

El orden de adición es muy importante cuando se mezclan tres o más agroquímicos distintos en el tanque de aspersión, para evitar problemas físicos como precipitaciones al fondo del tanque o incompatibilidad física por saturación, el orden es;

- 1).- Acidificante de agua (si se usa)
- 2).- Polvos humectables (previa pre-mezcla en agua)
- 3).- Polvos solubles (previa pre-mezcla en agua)
- 4).- Suspensiones o gránulos dispersibles
- 5).- Emulsiones
- 6).- Suspensiones (insecticidas)
- 7).- Coadyuvantes de aspersión (adherentes, penetrantes, etc.)



Figura # 17

Es muy importante el orden de mezclado si se usan 3 o más agroquímicos en el mismo tanque porque los productos que se suspenden si encuentran una agua muy saturada con otras sustancias difícilmente tendrán espacio en donde suspenderse.

10.4 Equipos y boquillas

10.4.1 Equipos de aspersión;

NO hay un equipo que sea el más adecuado, se trata de lograr un buen cubrimiento sobre toda la planta y evitar la deriva. En México no es común que los equipos de aplicación tengan agitador en el tanque, aditamento que es muy recomendable ya que los fungicidas cúpricos son partículas que se suspenden en el agua y sin el agitador se va decantando el fungicida en el fondo del tanque (a mayor tamaño de partícula, mayor decantación) y esto hace que la dosis sea menor a la recomendada. El sistema de manguera para retorno en el tanque ayuda a disminuir la decantación, pero no es lo ideal.



Figura # 18
Aplicación aérea

Con aplicaciones aéreas o terrestres los resultados pueden ser buenos, dependiendo de la eficiencia en la cobertura.



Figura # 19
Aplicación terrestre con "pistolas".

Buscar el equipo que logre una buena cobertura en toda la planta, y tenga una buena "penetración de copa" ya que son fungicidas preventivos y para trabajar bien debe de cubrir toda la planta (arriba y abajo, afuera y adentro). Hay que cuidar mucho la presión de trabajo del equipo, si es muy alta la gota se fracciona mucho y puede haber deriva, lo que merma el cubrimiento aparte disminuye la dosis por hectárea, quedando el fungicida solo en las hojas de la superficie (mal control).

Hay que recordar que por lo menos un 50 % del resultado de control depende de una buena aplicación, por lo que la selección de un equipo de aspersión adecuado es muy importante.

Si hay dudas del equipo usado o eficiencia real en la aplicación, lo más recomendable es consultar a los expertos en este tema.

10.4.2 Boquillas;



Figura # 20

Lo importante de las boquillas es que sean del mismo tipo todas, que no estén tapadas o unas más abocardadas que otras, que todas tengan el mismo gasto.

No hay un tipo de boquillas específicas para los fungicidas cúpricos, lo que se recomienda el tener todas las boquillas iguales (del mismo tipo) y en buen estado, para lograr coberturas uniformes. Buscar boquillas de gota media (no muy fina ni muy gruesa) para lograr un buen cubrimiento y tener una buena “penetración de copa”. Verificar constantemente el buen estado de las boquillas, ya que el uso continuo de fungicidas cúpricos de mala calidad o con tamaño grande de partícula van erosionando (abocardando) el orificio de salida de la boquilla y se pierde eficiencia en la aplicación, aparte de que se puede estar aplicando más agua por hectárea y por consiguiente las dosis se incrementan.

10.5 Usos de coadyuvantes de aspersión

Primero hay que definir términos, entre coadyuvante y coformulante; cuando son componentes químicamente iguales:

COADYUVANTE: Compuestos químicos, sin efectividad biológica, que se usa en el agua de aspersión para reducir los problemas de esta, evitar deriva, evitar una rápida desecación de la aplicación por altas temperaturas o incrementar efectividad biológica de los agroquímicos a usar (Helena Chemical, 1995).

COFORMULANTE: Compuestos químicos, sin efectividad biológica, que se usa para estabilizar un ingrediente activo al formularlo, para mejorar su comportamiento en el agua de aspersión o balancear una formulación de origen (Helena Chemical, 1995).

Una de las grandes diferencias entre estas dos acciones, es la dosis que se usa. De los coadyuvantes se usan dosis altas (según la cantidad de agua con que se aplique). Y de los coformulantes vienen en dosis muy bajas en proporción al kilo o litro de agroquímico formulado.



Figura # 21

El agua en muchas ocasiones es el principal obstáculo para lograr un buen resultado, en este caso la tensión superficial del agua evita un buen cubrimiento del fungicida preventivo, por lo que el control no será satisfactorio. Con el uso de un "tenso activo" se rompe la tensión superficial del agua y el cubrimiento es más homogéneo con menor cantidad de agua.

Es un hecho de que los fungicidas cúpricos por trabajar, en su gran mayoría, de forma superficial (preventiva) les ayuda mucho el uso de un buen adherente, en base de ácidos grasos, para evitar el lavado por riego o lluvia y prolongar el tiempo de control. El uso de un "tenso activo" (producto que modifica la tensión superficial del agua) para lograr un mayor cubrimiento con menor cantidad de agua por hectárea, mejora la acción del fungicida preventivo, y por consiguiente la protección es mayor.

NO se recomienda el uso de resinas adherentes como NUFILM^{MR} ya que estos productos "encapsulan" o secuestran las partículas del fungicida cúprico y evitan el contacto con las esporas de los hongos y las bacterias sin lograr el control preventivo.

Aunque compremos el agroquímico de la mejor marca, muchas veces falla o no trabaja como se espera por efectos negativos del agua (mala calidad o mala cobertura) o del clima (mucho calor o viento), bajo estas condiciones es cuando los coadyuvantes desquitan sus costos.



Figura # 22

En la agricultura es muy difícil escoger el momento para aplicar un fungicida, el viento causa deriva y esto reduce las concentraciones de fungicida que recibe el cultivo, lo que lleva a un deficiente control. La deriva se puede corregir con coadyuvantes o boquillas especializadas.

Hay productos que indican que no se recomienda el uso de adherentes o penetrantes, por que el producto ya viene formulado con esos coformulantes. Pero, lo que impide un buen trabajo del agroquímico es la mala calidad del agua de aspersión o las temperaturas muy altas que evaporan rápido la aplicación y esto limita la acción del agroquímico. Solo si se aplica con "ULTRA BAJO VOLUMEN DE AGUA" funcionan los coformulantes de un agroquímico como coadyuvantes, aunque se tenga la leyenda que "no se requieren". Siempre dará mejor resultado las aspersiones de agroquímicos cuando se utilizan coadyuvantes para evitar la hidrólisis por las malas calidades del agua o romper la tensión superficial y lograr mejor cubrimiento con menor cantidad de agua o lograr mayor penetración al sistema de la planta con una menor dosis o tener mayor persistencia sobre la planta con un adherente adecuado, entre muchos otros beneficios que se logran con el buen uso de los coadyuvantes de aspersión.

CAPITULO 11 CULTIVOS Y ENFERMEDADES AUTORIZADOS:

En México el CICOPLAFEST autoriza, por separado, cada marca comercial y por cultivo con prueba de “efectividad biológica” independiente. Esto significa que podemos ver varias marcas comerciales del mismo Ingrediente activo y encontraremos diferencias en los cultivos y enfermedades autorizados.

11.1 Cultivos autorizados

A continuación enlisto los cultivos que son susceptibles al uso de fungicidas cúpricos: Ajonjolí, Aguacate, Apio, Berenjena, Brócoli, Cacao, Cafeto, Col, Coliflor, Col de Bruselas, Cebolla, Calabaza, Calabacita, Cempasúchil, Chicharo, Chile (todo tipo), Cítricos, Frijol, Frijol ejotero, Guayabo, Jitomate (Tomate), Maíz, Mango, Manzano, Melón, Nogal, Papa, Papayo, Pepino, Sandía, Peral, Plátano, Tabaco, Vid. También se usa en Ornamentales (Cuproquim de México, 1996).

11.1.1 Cultivos sensibles:

Hay cultivos autorizados que pueden tener algún trastorno en su desarrollo en momentos muy específicos, esto no significa que no se recomiende su uso. Tan solo evitar esos momentos en los que puede causar algún efecto no deseado. En otros cultivos no se recomienda su uso .

Apio; evitar aplicarlo en los primeros 20 días de germinado, ya que causa disminución en el desarrollo del cultivo, pasando este tiempo no hay riesgo alguno.

Papa; No aplicarlo en los primeros 40 días de germinada la planta ya que puede frenar el desarrollo de la planta, después de este tiempo si se recomienda el uso de cualquier fungicida cúprico metálico sin mayor problema

Fresa; No se recomienda aplicar fungicidas cúpricos al follaje, ya que hay un alto riesgo de manchado de hojas y frutos prácticamente durante todo el período vegetativo.

Zanahoria: No se recomienda aplicarlo durante los primeros 20 días del cultivo, ya que detiene el desarrollo de la planta y puede atrasar su corte o cosechar la zanahoria pequeña.

Manzano: Evitar aplicar al inicio de la floración, en la etapa fenológica de “FLOR REY” ya que los fungicidas cúpricos pueden causar manchado (roceteado) del fruto bajo condiciones de alta humedad y temperatura. Problema que crece junto con el fruto y le quita calidad de mercado.

EL COBRE COMO FUNGICIDA AGRÍCOLA



Figura # 23

Efecto del manchado en manzanas por hidróxido cúprico aplicado en "flor rey" con temperatura y humedad relativa altas.

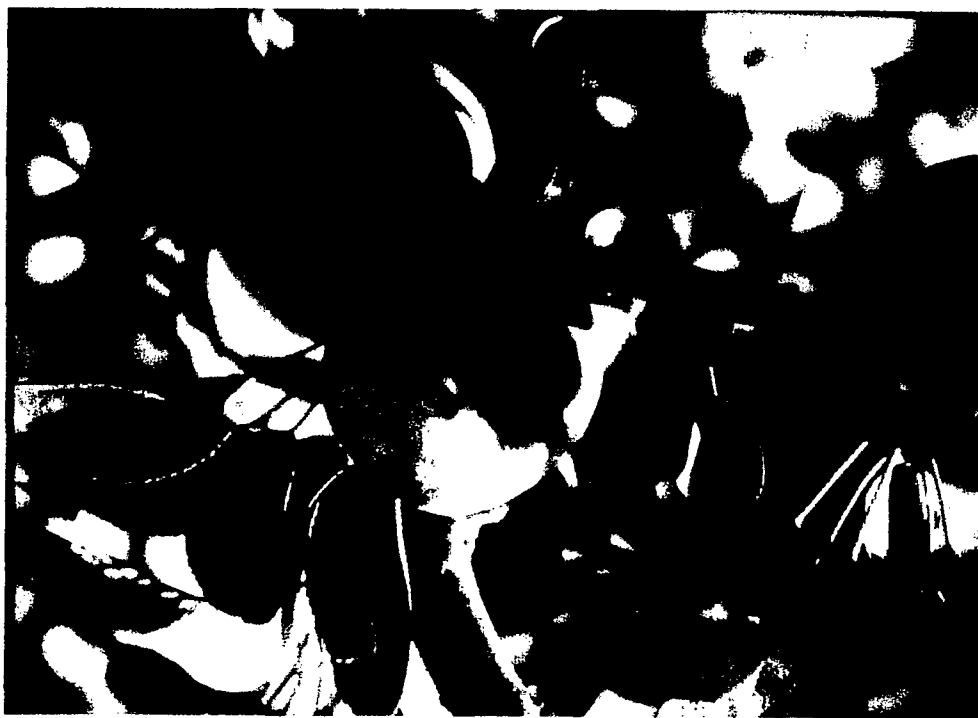


Figura # 24

Desarrollo del manchado al madurar el fruto del manzano, fisiológicamente no se afecta la calidad del fruto solo se perjudica su aspecto exterior. El fruto se puede industrializar.



Figura # 25

Etapa de "flor rey" en manzanos. Evitar aplicaciones de cualquier fungicida cúprico en este momento del cultivo.

11.2 Enfermedades que previene

11.2.1 Hongos de follaje.

Cercospora, *Alternaria*, *Septoria*, *Colletotrichum*, *Peronospora*,
Pseudoperonospora, *Phytophthora*, *Diaporthe*, *Capnodium*, *Elsinoe*,
Mycosphaerella, *Taphrina*, *Clasterosporium*, *Puccinia*, *Tranzschelia*, *Pestalotia*,
Podosphaera, *Venturia*, *Glomerella*, *Sphaeropsis*, *Plasmopara*, *Uncinola*,
Hemileia, *Cladosporium*, *Uromices*, *Stemphylium*, *Diplodia*, *Sphaseloma*,
Corticium, *Omphalia*, *Erysiphe*, *Monilinia*, *Mycena*, *Isariopsis*, *Diplocarpon*
(Cuproquim de México, 1996).

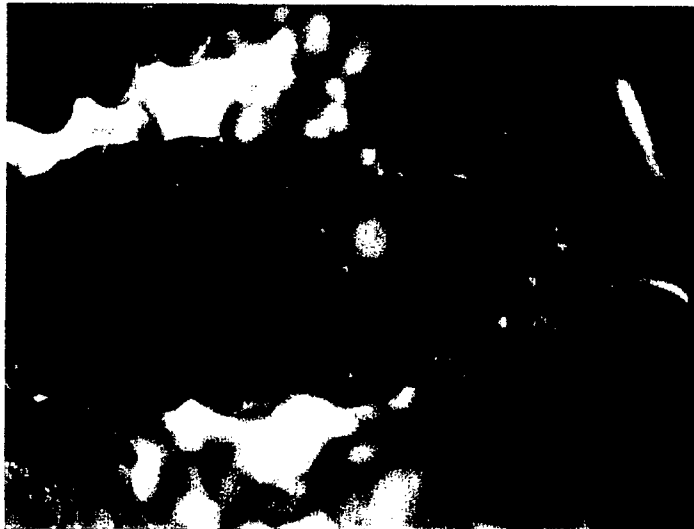


Figura # 26

Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*), enfermedad fungosa para la que se usa una gran cantidad de oxiclورو de cobre.

11.2.2 Bacterias (solo el hidróxido cúprico o cobres solubles)

Erwinia, *Xanthomona*, *Pseudomona*, (Cuproquim de México, 1996).



figura # 27

Tizón de fuego en manzano, enfermedad causada por *Erwinia amylovora*, bacteria que se previene con hidróxido cúprico

11.2.3 Algas, líquenes y otros.

Basta ver el uso que se le da al sulfato pentahidratado de cobre en las albercas; cuando el agua se pone verde por efecto de las algas se le hecha un poco de sulfato y el agua cambia de verde a azul, al matar las algas se forma un precipitado en el fondo que al limpiarse el agua se clarifica.

Este mismo efecto tiene al aplicarlo en los troncos de los árboles frutales de las regiones muy húmedas, en donde se forman algas y líquenes que crean un ambiente muy húmedo sobre la corteza del tronco y ramas que causan pudriciones. En el cacao es en donde más se utilizan fungicidas cúpricos con este fin.

CAPITULO 12 PREVENCIÓN DE DAÑOS POR HELADAS:

(Artículo sacado de la revista "The American Phytopathological Society" Vol. # 67 de Marzo 1983)



Figura # 28

Ventilador para romper inversión termica y reducir el daño por helada en cultivo de manzanos.

Millones de dólares se pierden anualmente en todo el mundo como resultado de las heladas en cultivos agrícolas.

La exposición de los tejidos de las plantas a bajas temperaturas lleva a los típicos de daño por helada. La cristalización del agua, i.e., formación de hielo en los espacios intracelulares e intercelulares destruyendo la estructura normal de las células. Cuando el tejido dañado por frío es llevado de nuevo a temperaturas altas, toma una apariencia de tejido remojado, seguido de decoloración y posteriormente la muerte.

Generalmente los desastres económicos por heladas son aquellos que ocurren en primavera. Los cultivos jóvenes (tiernos) o en floración parecen ser particularmente susceptibles al daño que resulta por la formación de cristales de hielo.

Las heladas de otoño son, por lo general, de mínimas consecuencias financieras, por que ocurren cuando la mayoría de cultivos están maduros. Incluso, las heladas de otoño pueden ser bienvenidas por algunos agricultores.

A lo largo de los años muchos métodos ingeniosos han sido ideados para la protección de las heladas y prevenir sus daños. Algunos de los principales métodos son; Maquinas de viento, Calentadores permanentes y portátiles, Sistemas de riego permanentes y portátiles,

Generadores de niebla, helicópteros, cobijas aislantes, espuma aislante, anticongelantes, etc., etc. La meta común de todos los métodos anteriores es mantener una temperatura suficiente alrededor de la planta para prevenir la formación de hielo en el cultivo. Por la necesidad de energía y equipo especial, la mayoría de los métodos anteriores requiere una fuerte inversión. Cuando el equipo es usado 1 o 2 veces al año se vuelve difícil de justificar.

Un nuevo y revolucionario concepto se desarrolla en donde ningún intento se hace para controlar la temperatura inmediata de la planta. Como el método requiere muy poca energía y de equipo solo un aspersor (de cualquier tipo), proveera al agricultor de una opción poco costosa dentro del programa de protección de heladas.

La nueva técnica fue inicialmente descubierta y desarrollada por científicos de la Universidad de Wisconsin, E.U.A. Los Dres. Hoppe, Arny, Upper y Lindow, quienes han jugado un papel importante en su introducción.

En ausencia de catalizadores el agua pura puede ser enfriada a temperaturas tan bajas como 10° C bajo cero, sin cristalización, i.e., manteniéndose en estado líquido. A este fenómeno se le llama “**super refrigeración**” (**super cooling**). En ausencia de catalizadores el contenido celular de la planta permanece en estado líquido aun cuando la temperatura llegue a 8° C bajo cero.

Lo expuesto anteriormente presenta las bases para el desarrollo del método para la protección contra las heladas. Los investigadores de la Universidad de Wisconsin, mientras estudiaban a los catalizadores del hielo, descubrieron que altas poblaciones de **bacterias epífitas** en la superficie de las hojas fueron los principales “**agentes nucleantes de heladas**”. Es importante el hallazgo de que ciertas especies de *Pseudomona* y *Erwinia* son catalizadores muy activos y su presencia trae daños por heladas a temperaturas de 1° C bajo cero.

En investigaciones que prosiguieron en Wisconsin y California, ha sido claramente demostrado que aplicaciones de **hidróxido cúprico** en dosis adecuadas provee protección contra heladas en; cítricos, papa, tomate, peral, manzano, almendro, trigo y otros cultivos. El grado de protección que proporciona el hidróxido cúprico depende del total de la población de bacterias nucleantes de heladas, la temperatura puede estar entre los 3° C y 5° C bajo cero, sin daño en el cultivo.

EL COBRE COMO FUNGICIDA AGRÍCOLA



Figura # 29

En pruebas realizadas en manzano se demostró el efecto preventivo del hidróxido cúprico sobre daño de heladas en la flor. En esta foto de una flor de manzano partida a la mitad se observa en color oscuro el ovario, que indica que si se afecto por frio y la flor muere.

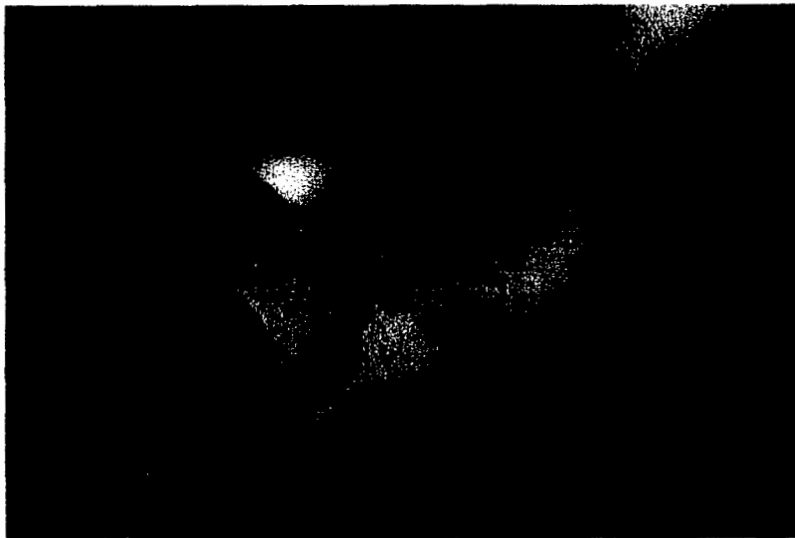


Figura # 30

Centro del ovario en color claro, esta flor pertenece a un arbol tratado con hidróxido cúprico y se logró prevenir el daño por frio. En este caso la flor no muere.

Académicamente, se puede declarar que; "Existe una relación lineal entre la población de bacterias nucleantes y la cantidad de daño por helada

En conclusión, estamos entrando en una nueva era de protección contra heladas. Desde un principio, en la Universidad de Wisconsin y la Universidad de California, muchas preguntas han sido contestadas, pero muchas aún existen. Actualmente se investiga para obtener información adicional concerniente al tiempo y longevidad de las aplicaciones, seguridad de las plantas, etc..

CAPITULO 13 EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE:

El tratamiento continuo de los cultivos con fungicidas cúpricos conduce a la formación de residuos estables que contienen elevadas concentraciones de cobre, que permanecen en el suelo por largos períodos, y afectan la microflora y lombrices (gusanos). También pueden ser drenados los excesos de cobre a lagos y ríos y matar a las algas y a los peces (Cremllyn, R. 1985).

La Universidad de Florida evaluó el efecto de la acumulación de cobre en el suelo en cultivos de cítricos y hortalizas. Los análisis demostraron concentraciones de cobre de hasta 0.2 % y aparentemente no hay efecto en los cultivos establecidos en esos suelos. Pero el suelo no tenía lombrices y los niveles de hongos y bacterias benéficas (microflora) fueron muy bajos. Organismos que desempeñan una función vital en la descomposición de la materia orgánica del suelo haciendo un efecto negativo a largo plazo en la fertilidad de éste (Citrus & V., 1987).

El uso cuidadoso de fungicidas cúpricos aparentemente no ocasiona mucho daño en el medio ambiente, aunque se necesitan más estudios a largo plazo para determinar los efectos sobre la microflora y fertilidad del suelo.

CAPITULO 14 EXPERIENCIAS Y RECOMENDACIONES DE CAMPO:

Son superiores los fungicidas de cobre metálico a las mezclas de cobres iónicos. El desarrollo en la calidad de los cobres metálicos ha ido mejorando, del sulfato tribásico de cobre (también llamado sulfato básico) con dosis de 4 a 6 Kg. por hectárea al oxiclورو de cobre con dosis de 3 a 4 kg. / ha. y al hidróxido cúprico con dosis de 1.5 a 2 Kg. / Ha.

Para el control de bacterias han dado mejor resultado los cobres sistémicos o solubles ya que se ha presentado resistencia de *Xantomona* al hidróxido cúprico según estudios hechos en Florida. En México no se ha reportado esta resistencia (Citrus & V. 1987).

En México el uso de los fungicidas de cobre solubles no es común ya que solo se encuentran tres marcas comerciales de reciente comercialización, y son;

PHYTON-27^{MR} que según la literatura funciona como una molécula sistémica. En trabajos de campo no se vio ningún resultado de control contra tizón tardío o tizón temprano en papa y jitomate, No controlo tampoco roya del café o mildiú en vid. Pero para prevenir enfermedades vasculares en jitomate dio buen resultado.

MARVIG^{MR} con registro únicamente en agave para el control de “marchitez bacteriana” (*Erwinia*) y en aplicación al suelo para controlar “marchites fungosa” (*Fusarium*), con dosis de 3 litros por hectárea tanto al follaje como al suelo (www.plmlatina.com, 2004).

MASTER COP^{MR} con registro en; cucurbitáceas, aguacate, jitomate, chile y ornamentales con dosis de 0.75 a 1.5 litros por hectárea o 100 a 500 ml en 100 litros de agua (www.plmlatina.com, 2004).

El oxiclورو de cobre se recomienda humectarlo (pre-mezcla) por lo menos una hora antes de adicionarlo al tanque de aspersion para lograr una mejor adherencia por si solo.

El “COBRE SANDOS” era el único óxido cuproso en el mercado Mexicano, pero tiene un buen tiempo (aprox. 15 años) que ya no se encuentra comercialmente, de hecho ya la compañía como tal no existe.

El hidróxido cúprico es el cobre más barato por hectárea, y mezclado con azufre (2:1) se logra una excelente protección contra heladas. Hay algunos cultivos, como el chile, que son muy delicados al frío y de nada sirve la adición de esta mezcla para evitar daños por frío.

Hay que tener mucho cuidado de no aplicar hidróxido de cobre más azufre en climas cálidos, ya que el azufre puede causar quemaduras en la planta. En condiciones de altas temperaturas se recomienda aplicar el hidróxido solo.

En el cultivo de la papa se puede usar hidróxido cúprico más azufre para el control de tizón tardío (*Phytophthora*) 40 días después de emergida la planta y no hay daño alguno. También se puede usar el oxiclورو de cobre más mancozeb (mezcla química de preferencia) con el

EL COBRE COMO FUNGICIDA AGRÍCOLA

mismo indicativo de los 40 días. Esto ayuda a bajar costos de los fungicidas. Se recomienda alternarlos con otros fungicidas recomendados.

El uso de hidróxido cúprico polvo humectable en seco, como espolvoreo, se acostumbra en estados como Sinaloa o Tamaulipas, en hortalizas bajo condiciones de tiempos muy lluviosos. Lo suelen aplicar con avioneta y utilizan el vénturi para fertilizar. La dosis por hectárea es mayor, pero logran absorber la humedad excesiva sobre el cultivo al caer el polvo y a la vez actúa como fungicida y bactericida, teniendo mayor adherencia que las aplicaciones líquidas.

En el empaque de frutas, se puede utilizar una solución al 5 % con hidróxido cúprico para rociar sobre los papeles que envuelven a las frutas. Esto ayuda que la fruta se conserve mejor evitando pudriciones de postcosecha e incrementando la vida de anaquel de los productos.

En las charolas de espuma de poliuretano (hielo seco) para germinar plántulas, se recomienda el uso de cualquier fungicida cúprico metálico al 20 % aplicado dentro de las cavidades donde se desarrollan las raíces, esto ayuda a que las raíces no penetren en la espuma y sea más fácil y dañar menos a las plántulas a la hora del transplante.

En la desinfección de implementos y maquinaria agrícola se puede usar una sulfato pentahidratado de cobre al 20 %.

LA PRESENTE ES UNA GUÍA QUE NO ESTA EXENTA DE ERRORES O MODIFICACIONES.
SI ALGÚN LECTOR TIENE COMENTARIOS O DATOS PARA MEJORARLA, LES AGRADECERÉ
LOS ENVÍE AL CORREO ELECTRONICO: fdonafav@yahoo.com.mx

FIGURA # 31

TABLA COMPARATIVA DE LOS PRINCIPALES FUNGICIDAS CÚPRICOS EN MÉXICO

PARÁMETROS DE CALIDAD EN FUNGICIDAS CUPRICOS

PARÁMETROS A COMPARAR	SULFATO TRIBÁSICO DE COBRE	(OXICU) OXICLORURO DE COBRE	(HIDROCU) HIDROXIDO CUPRICO
Ingrediente activo (*) (cobre metálico).....	50 % mínimo.....	50 % mínimo.....	50 % mínimo
Concentración del Compuesto cúprico	92.2 %	84.7 %	77.0 %
pH del compuesto Formulado	7 a 9 pH	7.5 pH	8.0 pH
Humectabilidad	60 segs máximo	60 segs máximo.....	20 segs max.
Suspensibilidad (suspensabilidad):			
5 min. de reposo	N. D.	97 %	99 %
30 min. de reposo	70 % mínimo	93 %	97 %
60 min. de reposo	N. D.	89 %	95 %
Tamaño de partícula	10 micras	4 micras	2.2 micras
Cobre iónico	5 % máximo	2.0 máximo	0.5 % máx.
Fierro	200 ppm	20 ppm.	50 ppm.
Plomo	250 ppm	75 ppm	70 ppm
Sulfatos	15 % máxima	0.8 % máxima	0.8 % máx.

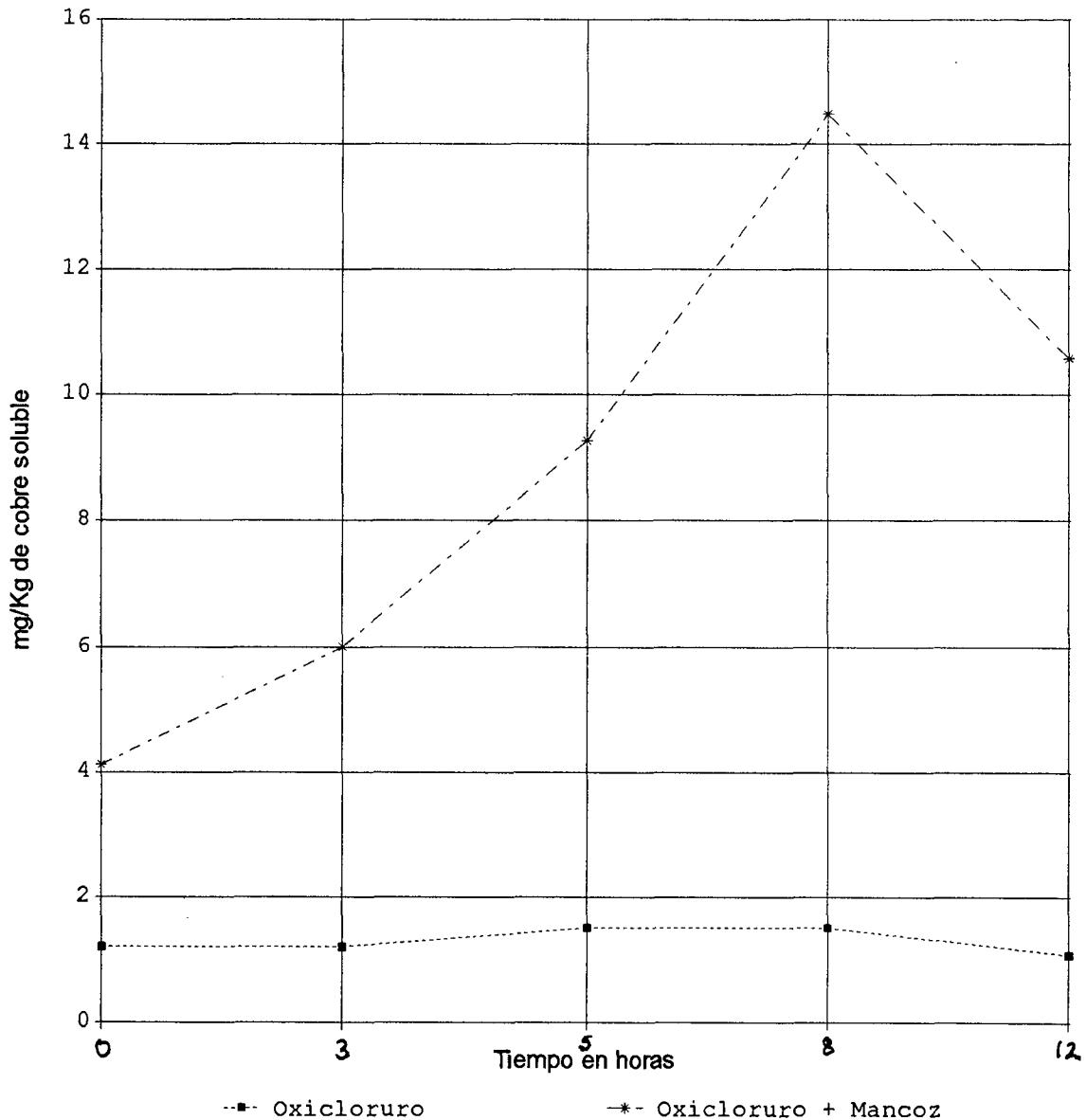
(*) En México se le dice Ingrediente Activo (I. A.) a la concentración del compuesto cúprico, en realidad el I. A. es el cobre metálico ya que este es el que trabaja (denominación internacional)

NOTA: Los datos técnicos del sulfato tribásico de cobre es la norma de calidad de la FAO. Los datos técnicos del oxiclورو de cobre y del hidróxido cúprico son los parámetros de calidad de las marcas comerciales; OXICU e HIDROCU de Cuproquim de México, S.A. de C.V.

FIGURA # 32

SOLUBILIDAD DE COBRE

por efecto del Mancozeb



EN ESTA GRÁFICA VEMOS COMO EN LA MEZCLA DE OXICLORURO DE COBRE MÁS MANCOZEB (línea ascendente), DESPUÉS DE 8 HORAS ES CUANDO MÁS COBRE SE LIBERA O TRANSFORMA DE METÁLICO A IÓNICO, ESTO NOS DA UN MAYOR CONTROL TANTO DE BACTERIAS COMO DE ESPORAS DE HONGOS (control preventivo) EL EFECTO DE MEZCLAR HIDRÓXIDO CÚPRICO CON MANCOZEB (a partes iguales) ES SIMILAR. CON ESTA GRÁFICA VEMOS QUE SI HACEMOS LA MEZCLA EN CAMPO, ES RECOMENDABLE PREMEZCLAR ANTES DE ADICIONARLA AL TANQUE DE ASPERSIÓN Y DEJARLA EN REPOSO CON UN TIEMPO IDEAL DE 8 HORAS.

FIGURA # 33

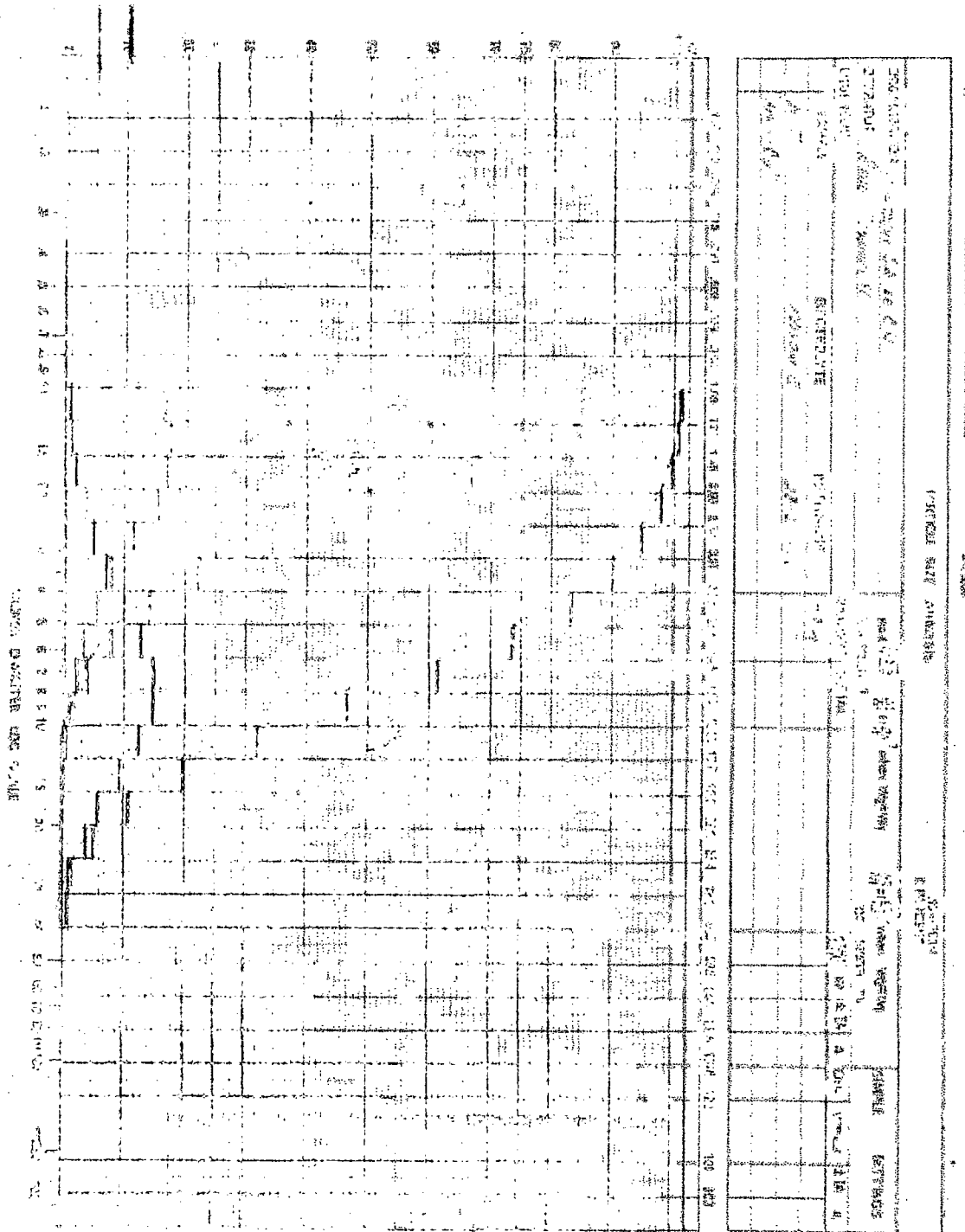


GRÁFICO DEL ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULA DEL **HIDROCU^{MR}**,
(cortesía Cuproquím de México, S. A. de C. V.)

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Agrios, G., 1986, FITOPATOLOGÍA, Ed. Limusa, páginas varias.
- 2.- Barrera, C., 1989, PESTICIDAS AGRÍCOLAS, Ed. Omega, páginas 40 - 49 y 272 - 283.
- 3.- Bessis, R., 1986, L'OIDIUM DE LA VIGNE, Université de Dijon, Francia páginas 18 - 20.
- 4.- Boverly, R., 1989, LA DEFENSA DE LAS PLANTAS CULTIVADAS, Ed. Omega página 24.
- 5.- Citrus & Vegetable Magazine, 1987, SOUTH FLORIDA VEGETABLE GROWERS RENEW INTEREST IN SOLUBLE COPPER FUNGICIDES, Septiembre.
- 6.- Conover, R. and Averre, C., 1981, THE AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY, vol. 19, artículo de 3 páginas.
- 7.- Coscolla, R., 1993, RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN ALIMENTOS VEGETALES, Ed. Mundi-Prensa, páginas 167 - 173.
- 8.- Cox, R., 1984, AMERICAN VEGETABLE GROWER, Marzo, artículo de 2 páginas.
- 9.- Cremlyn, R., 1985, PLAGUICIDAS MODERNOS Y SU ACCIÓN BIOQUÍMICA, Ed. Limusa, páginas 149 - 154 y 320 - 323.
- 10.- Cuproquim de México, 1996, FICHAS TÉCNICAS.
- 11.- De la I. de Bauer, Ma., 1984, FITOPATOLOGÍA, Universidad Autónoma Chapingo, páginas 337 y 338.
- 12.- De la Jara, F., 1984, MANUAL DE TOXICOLOGÍA Y TRATAMIENTO DE LAS INTOXICACIONES CON PLAGUICIDAS, a.m.i.p.f.a.c., páginas 82 y
- 13.- Dominguez, García-Trejo, 1989, PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS CULTIVADAS, Ed. Mundi-Prensa, páginas 107 - 109.
- 14.- Fueyo McD, J., 1986, APUNTES DE "EL COBRE EN LA AGRICULTURA" Cuproquim de México, S.A. de C.V., 7 páginas.

- 15.- García, A., 1977, PATOLOGÍA VEGETAL PRÁCTICA, Ed. Limusa, páginas 76 - 78, 106 y 125.
- 16.- Guirau F, M., 1985, DEFENSA DE LOS CULTIVOS, Ed. Sintés, páginas 97 - 106.
- 17.- Helena Chemical, 1995, CURSO DE COADYUVANTES DE ASPERSIÓN,
- 18.- Improving plant production for human health and environmental quality, 1998, MICRONUTRIENTS, THE ACTIVATORS, 10 páginas.
- 19.- Lagunes T, A., 1990, NOTAS DEL CURSO TOXICOLOGÍA Y MANEJO DE INSECTICIDAS, Colegio de postgraduados, Chapingo, páginas 144 - 159.
- 20.- Lindow E, S., 1983, THE AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY, University of California, Berkeley, vol. 67, Marzo, artículo de 3 páginas.
- 21.- Marco, G. and Stall, R., 1983, THE AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY vol. 67, Marzo, artículo de 4 páginas.
- 22.- Mendoza, C. y Pinto, B., 1985, PRINCIPIOS DE FITOPATOLOGÍA Y ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS, Universidad Autonoma Chapingo, páginas varias.
- 23.- National Academy of Sciences, 1984, EFECTOS DE PLAGUICIDAS EN LA FISIOLOGÍA DE FRUTAS Y HORTALIZAS, vol. 6, Ed. Limusa, páginas 41 - 49.
- 24.- Richter, G., 1980, FISIOLOGÍA DEL METABOLISMO DE LAS PLANTAS, Ed. Cecsa, páginas 137, 263 - 280.
- 25.- Rodriguez, F., 1992, FERTILIZANTES, NUTRICION VEGETAL. Ed. A.G.T. páginas varias.
- 26.- Rojas G, M. 1982, FISIOLOGÍA VEGETAL APLICADA, Ed. Mc Graw Hill, páginas 103 - 105.
- 27.- Thomson, W. T. 2000, AGRICULTURAL CHEMICALS book IV - fungicides, páginas 3 - 11.
- 28.- Trocme y Gras, 1985, SUELO Y FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA, Ed. Mundi-Prensa, páginas varias.
- 29.- Van Der Schelde, 1974, SINTOMAS DE CARENCIA EN LOS FRUTALES, Ministerio de Agricultura, Madrid, páginas 60 - 63.

EL COBRE COMO FUNGICIDA AGRÍCOLA

- 30.- Velez L, E., 1988, PLAGUICIDAS AGRICOLAS, Universidad Autonoma Chapingo, páginas 3, 322 328.
- 31.- www.phyton27.com 2005.
- 32.- www.plmlatina.com 2004, DICCIONARIO DE ESPECIALIDADES AGRO-QUÍMICAS, edición 14.