



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

**“EL USO DE HERBICIDAS EN EL CONTROL  
DE PLANTAS ESTUPEFACIENTES EN MEXICO”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA EN LA OPCION DE  
“MEMORIA DE DESEMPEÑO PROFESIONAL  
Y EXAMEN ORAL”

PRESENTA:  
GABINO ESPINDOLA SANTOS

ASESOR: ING. HILDA CARINA GOMEZ VILLAR

CUAUTITLAN IZCALLI, EDD. DE MEX. 1999  
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

27 4935



Universidad Nacional  
Autónoma de México



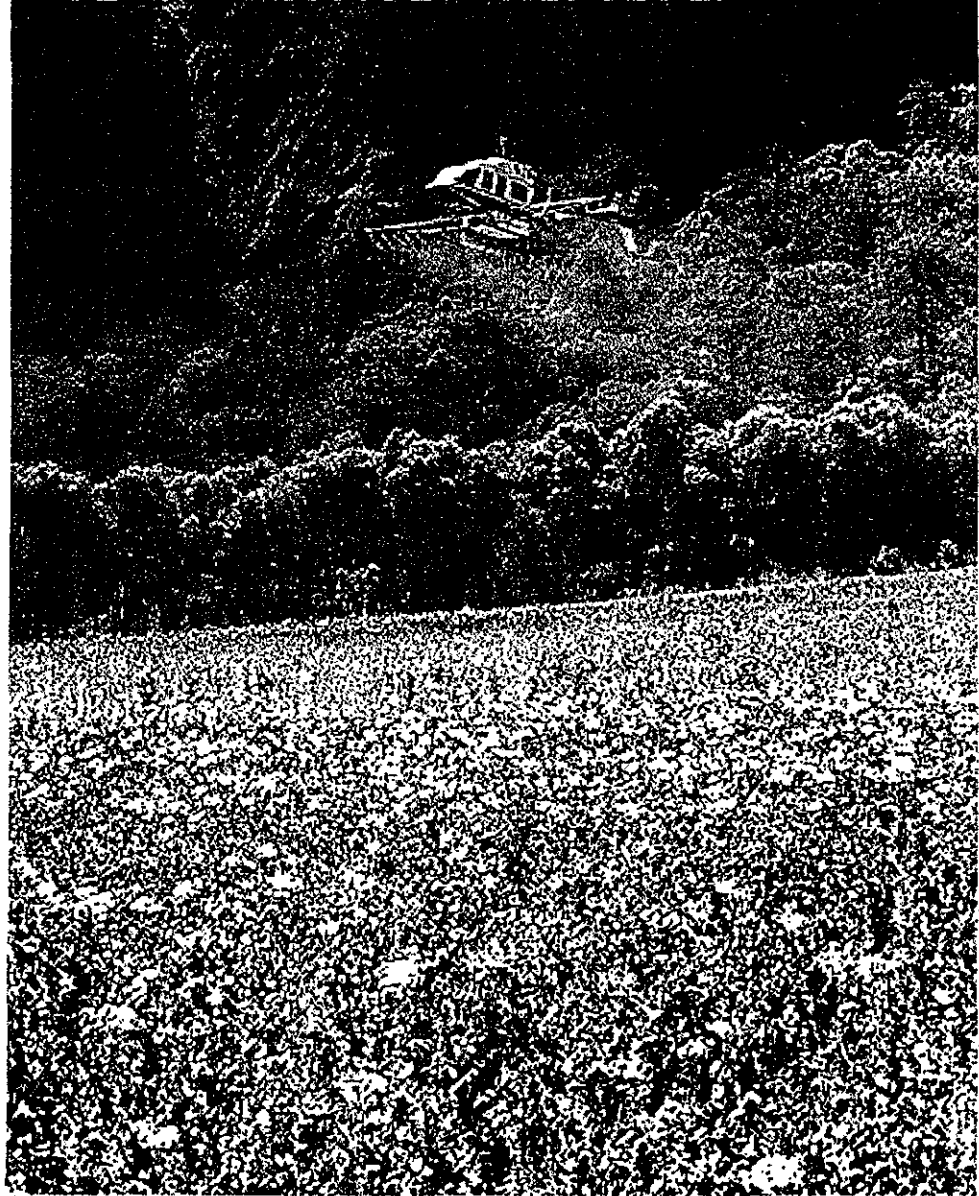
**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# EL USO DE HERBICIDAS EN EL CONTROL DE PLANTAS ESTUPEFACIENTES EN MEXICO

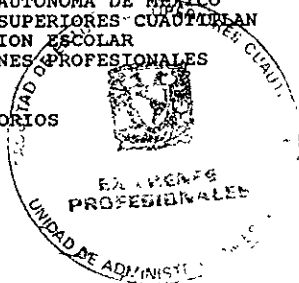




UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES - CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN  
P R E S E N T E.

ATN.: Q. M. DEL CARMEN GARCIA MIJARES  
JEFE DEL DEPARTAMENTO.

Con base al artículo 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a Usted que revisamos el TRABAJO de MEMORIA DE DESEMPEÑO PROFESIONAL con el nombre de:

"El uso de herbicidas en el Control de Plantas  
Estudefacientes en México".

que presenta el pasante: ESPINDOLA SANTOS GABINO  
con número de cuenta : 7814854-1 para obtener el Título de :

INGENIERO AGRICOLA

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izc., México, a 24 de Febrero de 1999

Presidente ING. MIGUEL BAYARDO PARRA

Vocal ING. HILDA CARINA GOMEZ VILLAR

Secretario BIOL. AURORA VAZQUEZ MORA

1er. Sup. ING. GLORIA MARIA SOLARES DIAZ

2do. Sup. ING. SALVADOR C. DEL CASTILLO RABADAN

*Miguel Bayardo Parra*  
*Hilda Carina Gomez Villar*  
*Aurora Vazquez Mora*  
*Gloria Maria Solares Diaz*  
*Salvador C. Del Castillo Rabadan*

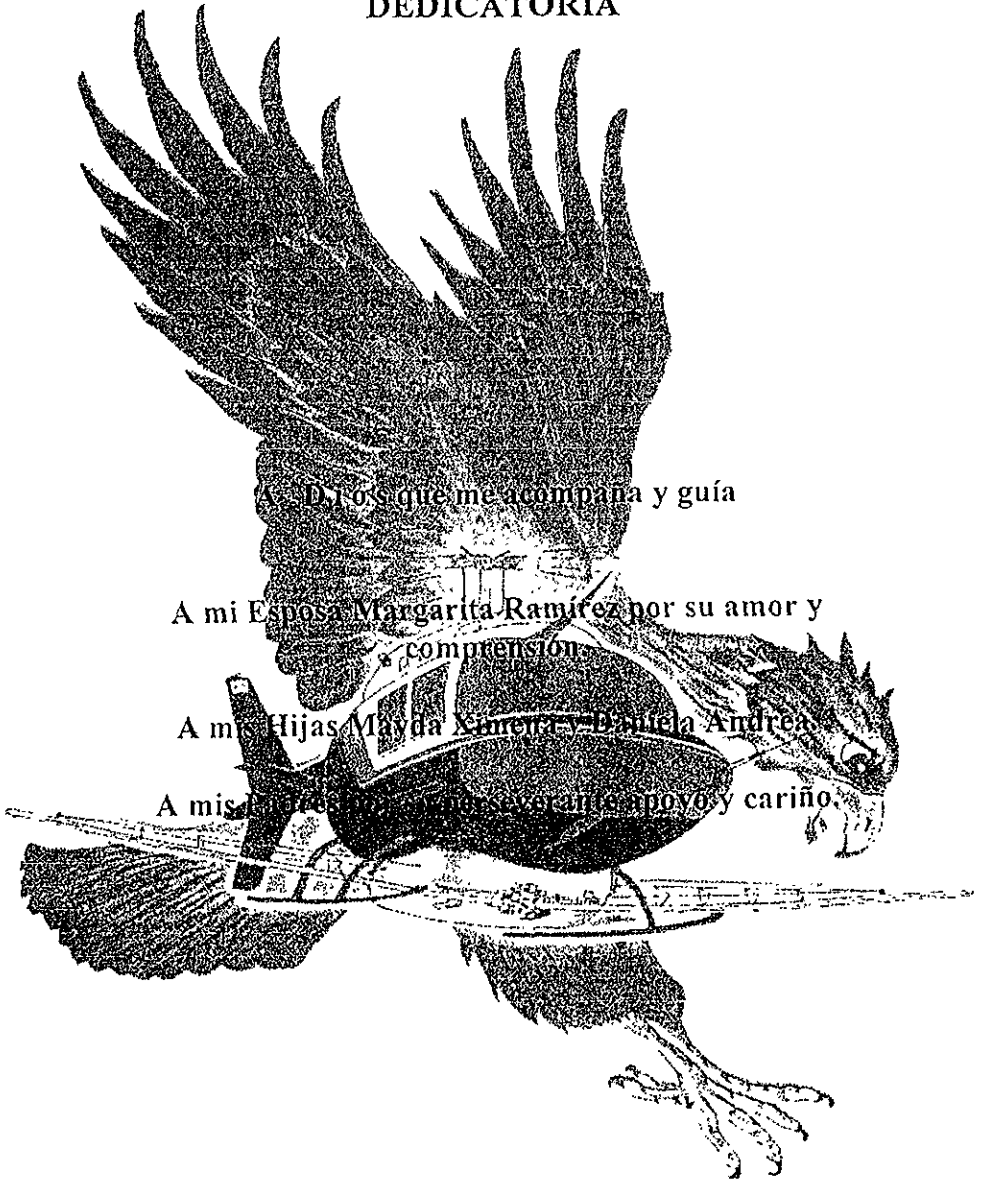
## DEDICATORIA

A Dios que me acompaña y guía

A mi Esposa Margarita Ramirez por su amor y  
comprensión.

A mis Hijas Mayda Ximena y Daniela Andrea

A mis padres por su perseverante apoyo y cariño.



## **RECONOCIMIENTO**

**A mis asesores por contribuir a la elaboración del presente documento y permitirme concluir una meta.**

**A mis profesores por su empeño.**

**A la Procuraduría General de la República por darme la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en la formación académica profesional.**

**A mis compañeros de trabajo por su apoyo.**

	INDICE	PAG.
I	INTRODUCCION .....	8
II	DESCRIPCION DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL	12
2.1	AMAPOLA Y MARIHUANA EN MEXICO	12
2.2	GENERALIDADES DE AMAPOLA	13
2.2.1	ORIGEN Y CLASIFICACION	15
2.2.2	MORFOLOGIA	16
2.2.3	CONDICIONES DE DESARROLLO	18
2.2.4	METODOS DE CULTIVO	20
2.3	GENERALIDADES DE MARIHUANA	26
2.3.1	ORIGEN Y CLASIFICACION	27
2.3.2	MORFOLOGIA	27
2.3.3	METODOS DE CULTIVO	33
2.4	HERBICIDA	37

2.4.1	ASPERSION AEREA DE HERBICIDAS EN CULTIVOS DE AMAPOLA Y MARIHUANA	40
2.4.2	CALIDAD EN LA ASPERSION AEREA DE HERBICIDAS	43
2.4.3	PREPARACION DE LA MEZCLA DE HERBICIDA	47
2.4.4	AREAS REINCIDENTES EN LA SIEMBRA DE AMAPOLA Y MARIHUANA EN MEXICO	51
2.5	METODOLOGIA	52
2.6	RESULTADOS	60
2.7	CONCLUSIONES	69
<b>III</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>71</b>



# I INTRODUCCION

Como en todo proceso de desarrollo de una actividad, conforme esta aumenta, se crean nuevas necesidades, así, las aplicaciones de plaguicidas por vía aérea empezaron a practicarse en México poco antes de terminar la 2da. guerra mundial. Debido al aumento de las áreas adaptadas al cultivo y a la problemática de combatir sus plagas en forma rápida y oportuna, se intensificaron en el país esfuerzos para afrontar estos contratiempos con profundida y eficiencia.

Considerando estos esfuerzos, se ha observado la evolución en las prácticas agronómicas que se llevan a cabo en el combate a plagas que afectan a los cultivos en México, y dentro del orden de importancia de esta actividad, los métodos de aplicación de los plaguicidas, así como la acción de determinar el equipo apropiado y la calibración del mismo para obtener una distribución uniforme del producto a fin de lograr un mejor combate y evitar la contaminación del medio ambiente. Estos elementos han ocupado el primer lugar en orden de importancia en relación a la disponibilidad de los diversos productos químicos. La tendencia a utilizar herbicidas ha sido creciente a través de los años, constituyéndose en una industria competitiva al proporcionar productos de calidad para obtener los mejores beneficios ante la creciente demanda de alimentos.

Durante muchos años, en el territorio mexicano, el empleo de herbicidas fue para obtener mejor producción en los cultivos agrícolas, sin embargo, en forma rápida se constituyeron núcleos de siembra de plantas de amapola y marihuana, por ello, y considerando que la siembra de estas plantas en nuestro país causa problemas sociales y de salud en la población, así como la amplia distribución de las mismas, se han desarrollado programas cuyo

propósito es la destrucción de plantíos de amapola y marihuana mediante la aspersión aérea de herbicidas de contacto.

La siembra de amapola y marihuana en México, ha evolucionado paralelamente al incremento de la superficie cultivada y a los avances y aparición de nueva tecnología en el proceso productivo de la agricultura y a la creciente demanda de droga en los mercados internacionales, por lo que el programa de erradicación de plantíos de esta naturaleza ha adquirido carácter de prioritario para el Gobierno de la República, estableciéndose una campaña permanente contra el narcotráfico.

Para la eficaz destrucción de los plantíos ilícitos, se estableció la aplicación de herbicidas mediante la aspersión aérea como la técnica más rápida y efectiva, utilizando helicópteros con diferentes modelos de equipos de fumigación, mismos que se han configurado para las necesidades particulares de aspersión que se han presentado, así mismo, a través de pruebas en campo, se han utilizado diferentes herbicidas y dosificaciones con la finalidad de reducir costos y aumentar la efectividad, buscando preservar la salud del personal y la integridad del medio ambiente.

Las operaciones de aspersión para la erradicación de cultivos ilícitos no siempre se realizan en óptimas condiciones, ya que en muchas ocasiones, esta se ve afectada y hasta impedida por la topografía del terreno, árboles, arbustos, temperatura, humedad y vientos.

En México, desde hace 20 años, la erradicación de cultivos de marihuana y amapola se realiza principalmente mediante aplicación aérea de herbicida. En ese lapso de tiempo, no se ha presentado algún accidente que ponga en riesgo el equilibrio ecológico y la salud humana en las zonas donde se llevan a cabo

actividades de aspersión, toda vez que para el desarrollo de aplicaciones aéreas de herbicida se ha vigilado y supervisado que dichas actividades cumplan con las normas y reglamentos específicos determinados para este rubro. Continuamente se desarrollan programas de prevención y protección ambiental y seguridad del personal; así como la implementación responsable de investigación científica, tendiente a formular los parámetros técnicos, que permitan prevenir posibles daños al entorno ecológico.

El presente trabajo es un documento sobre la investigación acerca del posible comportamiento del herbicida derramado en cuerpos de agua. Con este trabajo, se pretende obtener criterios ambientales en caso de derrame; y así estar en condiciones para tomar medidas inmediatas y adecuadas cuando suceda un accidente por derrame en estos sitios.

Con el fin de saber hasta donde puede significar un peligro para la población circundante un derrame accidental de herbicida en el cuerpo de agua, se realizaron varias pruebas experimentales de campo en diversos lugares del Estado de Sinaloa.

Estas pruebas consistieron en medir el grado de dilución del herbicida al ser arrojado en una corriente de agua. Se empleó un colorante orgánico inocuo, midiendo la dilución a través de su concentración y pérdida de color, en el tiempo y a diferentes distancias.

Las pruebas se realizaron desde principios del mes de febrero de 1998 al 31 de mayo del mismo año, en esta zona del estado de Sinaloa, toda vez que es un área que continuamente se utiliza como recargadero o lugar de la preparación de la mezcla agua herbicida, desde hace aproximadamente 20 años, al quedar comprendida

dentro del area de influencia del “Triángulo Dorado”, que en México es la región que por las características de microclimas se utiliza por los sembradores de plantas ilícitas, continuamente en el transcurso del año para obtener rendimientos sustantivos en sus cultivos.

El objetivo del trabajo realizado fue determinar el tiempo y distancia en que una solución de paraquat al 3% se diluye hasta niveles no tóxicos en un cuerpo de agua, que se utiliza para la preparación de la mezcla agua-herbicida en la erradicación de cultivos de amapola y marihuana.

## **II DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL**

### **2.1 SIEMBRA DE AMAPOLA Y MARIHUANA EN MÉXICO**

México constituye un territorio de aproximadamente dos millones de kilómetros cuadrados donde existen gran diversidad de microclimas; algunos de ellos favorecen el desarrollo de los cultivos de amapola y marihuana, principalmente de esta última, la que por sus requerimientos climáticos, es susceptible de desarrollarse no solamente en los estados de la vertiente del Pacífico, sino también en algunos estados del centro del país como son Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro y algunos estados de la vertiente del Golfo como Tamaulipas, Veracruz, Campeche e incluso en la Península de Yucatán (Dirección General de Erradicación de Cultivos Ilícitos 1998).

La siembra de plantas estupefacientes ha aumentado durante los últimos años como han crecido, en general, todos los problemas relacionados con el consumo de Drogas a nivel mundial; fenómenos tales como el incremento en los mercados tradicionales de consumo; el surgimiento de nuevos mercados en países que anteriormente no padecían este problema, el uso indebido de nuevas drogas sintéticas, la extensión de las zonas de cultivos en países tanto consumidores como productores y la modificación en las formas de tráfico (Centro de Planeación para el Control de Drogas 1998).

La amapola es un cultivo muy antiguo que data de la edad de piedra, algunos investigadores como Heer y Hartwich reportan que las excavaciones arqueológicas de Rebenhauzen, Viderviel, Shtekborn, Milán y Saboya en las cercanías de París, contienen restos de cápsulas y semillas de amapola de la edad de piedra y bronce.

Se han encontrado representaciones de la amapola del opio en muchos documentos, estatuas, broches, monedas, vasijas y recipientes descubiertos en excavaciones arqueológicas. La estatua del barbero del Dios rey Mina, anterior al siglo VII a.c., estaba adornado con cápsulas de amapola. Durante el siglo IX a.c., Homero en el canto octavo de la Ilíada, describe la muerte de Gorgition, en un jardín donde inclina la amapola su tallo al peso del fruto y de los aguaceros primaverales, y en la odisea, habla de un licor, el Mepenthe, cuyas propiedades y efectos parecen indicar que en su composición, el principal ingrediente era el opio.

Quizá los primeros seres civilizados que conocieron el opio fueron los sumerios, quienes a su vez lo dieron a conocer a los egipcios; estos lo llevaron a Grecia y Asia menor y de ahí paso a China, introduciéndolo Paracelso a Europa en la edad media. Hasta el siglo XIV y en el siglo XVII aparecieron los preparados a base de opio, como el elixir paregórico, el láudano y los polvos de dover, cuyo uso se popularizó en muy poco tiempo. El opio egipcio fue conocido por su alta calidad y valor en Europa durante la edad media, la literatura del siglo IX menciona que algunos cultivares de amapola fueron usadas como plantas de ornato.

En China emplearon el opio con diversos propósitos, incluso fumado, llamándolo "veneno extranjero", "Dios Negro" o "barro sucio".

Información que data de antes de 1578, indica que la historia de la amapola en China puede dividirse en tres períodos. El primero se extiende desde el siglo VII al XI, cuando la amapola fue cultivada para producir solamente semillas, usadas para el tratamiento de trastornos gástricos; el segundo período, del siglo XII al XV, durante el cual, las propiedades médicas del sumo de las cápsulas de amapola se redescubrieron; el tercer período, comprendido a partir de 1578, el opio fue introducido al país por los musulmanes (árabes e hindúes).

Durante el siglo VII después de Cristo, el opio en China fue ampliamente usado para fumarlo, el hábito aparece en casi todo el archipiélago malayo y rápidamente se dispersa. Los edictos del emperador Yong-Teng, en 1729, prohíben todo uso, importaciones y producción de opio en el país, mostrando claramente que se había extendido excesivamente el hábito de fumar opio en China. El principal proveedor de opio a China, en este tiempo, eran los ingleses. El encarcelamiento de los proveedores de opio por las autoridades Chinas provoca la intervención de Inglaterra, generando la llamada "guerra del opio" en 1840. Sin embargo, el opio importado a China por contrabandistas, aumenta continuamente y su uso se expande, consecuentemente, la prohibición fue eliminada y la importación de opio fue permitida. Así, el mercado chino resurge y es proveído de opio por las colonias francesas y americanas. En 1857, se da una segunda "guerra del opio" entre China y los proveedores, es decir, Francia, Inglaterra y Estados Unidos. Cuando China capitula, el mercado del opio es reabierto a las importaciones una vez más.

Serturmer en 1844, aisló la morfina y poco tiempo después, descubrió las propiedades analgésicas. Algunos años después, Gay-Lussac dio a conocer el valor del descubrimiento de Serturmer. Este fue el inicio de una nueva era, tanto para la química como para la medicina, a partir de entonces, se realizaron investigaciones para buscar los principios activos contenidos en las plantas.

La amapola fue introducida a América por los europeos, principalmente durante la conquista. A partir de ese momento, la amapola fue utilizada exclusivamente con fines medicinales, por medio de infusiones de cápsulas y flores. Con la llegada de inmigrantes asiáticos a las costas del pacífico, la amapola se empezó a cultivar para satisfacer las necesidades adictivas del consumo de opio. La semilla de algunas especies se utilizan para producir aceite, útil para elaborar pinturas finas. Las semillas en algunos lugares se utilizan para elaborar dulces. En las primeras fases de desarrollo, la planta es comestible (antes de que contenga alcaloides en grandes cantidades, después amarga).

### 2.2.1 ORIGEN Y CLASIFICACIÓN

La amapola, *Papaver somniferum L.*, pertenece a la familia Papaveraceae, enlista 28 géneros en la familia, agrupados en dos subfamilias, Hipecoideae y Papaveroidae. La subfamilia Papaveroidae incluye 26 géneros, uno de los cuales es *Papaver somniferum L.* La mayor variación en la familia Papaveraceae se encontró en la región del mar mediterráneo, desde la cual se sugiere que los diferentes géneros y especies tuvieron su dispersión hacia el norte y el este, el segundo centro de esta familia esta en la Asia Oriental, y el tercero en la región costera el océano pacífico de América Septentrional y México.



La familia Papaveraceae incluye 16 géneros y casi 60 especies, las que son cultivadas por el hombre para diferentes propósitos, es decir, ornamental, producción de semilla. El género Papaver es el más ampliamente distribuido y usado de todos los géneros.

La clasificación desarrollada y complementada por Basilevskaya involucra todas las formas botánicas de la amapola cultivada y es la siguiente:

- I.- Semi-silvestre (subespecie subespontaneum n. basil).
- II.- Eurasiática (subespecie eurasiaticum l.m vassel.
- III.- Transhaniana (subespecie Transhanicum n. basil).
- IV.- Chinese (subespecie Chinese n. basil).
- V.- Sasakiática (subespecie Austroasiaticum n. basil).
- VI.- Turca (subespecie Turcicum n. basil)
- VII.- Tarbagata II ana (subespecie Tarbagataicum n. basil).
- VIII.- Dzhungariana (subespecie Songoricum n. basil).

De acuerdo con el grado de pubescencias en el tallo, forma de las hojas, número, forma, tamaño y tipo de cápsula (dehiscente o indehiscente), Basilevskaya subdivide las especies en razas ecológicas, las cuales, de acuerdo con el color de pétalos y semillas, pueden diferenciarse en variedades. En cuanto al propósito de cultivar amapola para semilla o para opio, son identificables dos grupos: de aceite, el cual incluye principalmente a la subespecie Eurasiática, y; el grupo del opio.

### 2.2.2 MORFOLOGÍA

La raíz es típica, llegando a crecer 18 ó 20 cm., la porción superior es gruesa y ramificada. El tallo crece erecto hasta una altura de 60 a 180 centímetros. El tallo es cilíndrico, en algunas

variedades con pequeños "pelos", de color verde grisáceo de claro a oscuro algunas veces ceroso. El número de ramas por lo regular varía de 7 a 15 dependiendo de la variedad botánica, de la fecha de siembra y las prácticas agrícolas, las hojas son grandes, ligera o profundamente lobadas. Las bases de las hojas son grandes, de forma oval, que abrazan al tallo las hojas son casi siempre cesiles, con márgenes dentados o enteros. Las hojas en roseta son pequeñas, alargadas, en forma de cuchara y dentadas. (Cuadro N° 4)

Los botones son alargados, ovalados o de forma oval invertida: cubiertos por dos sépalos en la época de floración, algunas veces cubiertos de cera y con una conspicua nervadura central. Las flores son simples, tamaño variable, los pétalos son generalmente 4, tersos, con la orilla levemente dentada y una costilla longitudinal evidente en algunas variedades ornamentales los pétalos son más de 4 y profusamente lobados (formas de penacho) los pétalos pueden ser blancos, violetas o rojos en la parte superior y con una mancha (en la mayoría de las variedades) en la parte inferior. En la misma flor se encuentran los órganos reproductores masculinos y femeninos.

El fruto es una cápsula desnuda con lóculos internamente partidos en bandas y surcos, en el estado de madurez de la amapola de opio las cápsulas se cubren con una capa cerosa la cual se vuelve gris verde. Durante la maduración de las semillas, la cápsula cambia de color, del gris al amarillo-café. La forma de la cápsula puede ser cónica, oval, esférica, oval aplanada o alargada. El pistilo es un disco en forma de estrella, generalmente, con tres a quince rayos, cuando las semillas maduran, los rayos se vuelven erectos y las cápsulas pueden abrirse por las dehiscencias, permitiendo la salida de las semillas.

Bajo condiciones normales, una cápsula contiene de 800 a 10,000 semillas. las semillas son pequeñas, de forma arriñonada y con una superficie reticulada de color blanca o gris.

### 2.2.3 CONDICIONES DE DESARROLLO

Durante las distintas fases de desarrollo de la amapola, las necesidades de calor son diferentes, es posible la germinación de semillas a temperaturas de 3 o 4°C con buena humedad del suelo, bajo estas condiciones el período de germinación es largo, pero en temperaturas óptimas (de 7 a 12°C), el período se acorta la disminución de temperatura seguida de humedad en el suelo inducen la fase de roseta. En el estado de roseta las plantas se adaptan mejor a bajas temperaturas, incluso de nieve, con temperaturas tan bajas como menos 20°C.

En el crecimiento del tallo, la amapola requiere de temperaturas moderadas, las altas temperaturas y la baja humedad en el aire afectan nocivamente el crecimiento y el desarrollo. La apertura de las flores ocurre durante las primeras horas de la mañana, cuando empieza a aumentar la temperatura y la humedad ambiental es alta, uno o dos días después de la floración, los pétalos caen, dependiendo de la temperatura del aire y de la velocidad del viento. Las bajas temperaturas y el ambiente húmedo resultan en un período de floración prolongado, que afectan a la producción de alcalóides.

Para la maduración del opio, la amapola necesita de calor, ya que bajo condiciones cálidas y secas, el contenido del opio en las cápsulas aumenta. La disminución de la temperatura hasta 0 °C resulta en el ablandamiento de la cápsula y la suspensión del flujo de jugo lechoso.

Para una producción exitosa de la amapola, es necesario acumular un total de 2,200 unidades caloríficas.

La germinación de las semillas de amapola requiere no menos de 91% de agua del peso de la semilla, si no hay la humedad suficiente, las radículas perecen o son dañadas seriamente. Durante todo el desarrollo vegetativo, la amapola requiere de un máximo de humedad en el suelo, la sequedad del suelo y ambiente reprimen el desarrollo de la amapola en los estadios de floración y madurez fisiológica, se requieren cantidades moderadas de humedad, una combinación de baja humedad y alta temperatura estimulan la acumulación del alcalóide papaverina. (Cuadro N° 4)

Para obtener una mayor cantidad de opio con un alto contenido de morfina se requiere una humedad baja y altas temperaturas.

La amapola es una planta de días largos, durante los períodos de germinación a la floración es ideal la luz que reciben durante los días largos, de la floración a la madurez de opio, se requieren días cortos, de hecho, la disminución de la cantidad de luz que la planta recibe por día induce la floración y formación del opio.

Durante la germinación y el estado de roseta, las necesidades de nutrientes son mínimas, pero al incrementarse la masa de la planta durante las fases subsecuentes, las necesidades se maximizan. Según Sheberstor, y los datos de Shimkanov, la planta durante las fases de crecimiento del tallo a la madurez, toma 8.11 kilogramos/decaresa de nitrógeno, 2.92 kilogramos/decaresa p<sub>2</sub>o<sub>5</sub> y 10 kilogramos/decaresa de k<sub>2</sub>o del suelo para obtener una buena cosecha.

Los suelos más apropiados para el cultivo de amapola de opio, son los livianos y bien aerados, aluviales, praderas aluviales y marrón, que tengan suficiente y casi libres de hierbas, los suelos compactados tienen una tendencia a formar costras, los suelos con alta cantidad de agua o con una capa impermeable de arcilla no son adecuados para cultivar amapola.

Durante su desarrollo, las plantas sintetizan y acumulan cerca de 29 alcaloides en el jugo lechoso, tales como morfina, tebaina, papaverina y otros, de estos, la morfina es el más usado dentro de la medicina.

La formación de los alcaloides se inicia cuando las plantas tienen una altura de entre 10 y 15 centímetros, siendo la narcotina el primer alcaloide formado en la planta, al doceavo día de la germinación, la codeína se forma al treintavo día, la morfina al treintaseisavo día y la narceína y tebaína se forma posteriormente.

#### 2.2.4 MÉTODOS DE CULTIVO

Los métodos de cultivo de la amapola varían considerablemente, desde sembrar al boleó y regar, hasta la elaboración de surco, y cuidado de las plantas durante todo el ciclo, con doce aplicaciones de fertilizantes y hormonas para su mejor y rápido desarrollo. En general, la amapola se cultiva en terrazas o surcos, sembrando al boleó y clareando frecuentemente para dejar las mejores plantas y permitir su adecuado desarrollo, es necesario deshierbar continuamente para evitar que la maleza compita por el espacio y nutrientes. Por lo general, los plantíos se encuentran cerca de los ríos, en donde forman represas para detener el agua. Para llevar agua hasta el plantío se utilizan mangueras, bajandola por gravedad, aunque frecuentemente se cuenta con motobomba

para regar los plantíos, el riego se realiza inclusive por medio de aspersores como los utilizados para regar los jardines o aspersores agrícolas cuando se cuenta con la suficiente presión. Algunas veces el agua se transporta a través de mangueras de distancias que alcanzan varios kilómetros. Los nutrientes que se aplican principalmente son urea y fosfato triple, aunque no se descarta la posibilidad de que en muchos plantíos se utilicen hormonas que aceleren el crecimiento y nutrientes foliares que favorecen el desarrollo vegetativo de las plantas. Con el propósito de mantener y perpetuar los cultivos obtener alta productividad y superar las cualidades biológicas y tecnológicas de las plantas de amapola, se realiza una selección de la semilla a utilizar, para esto, se secan al sol las cápsulas ya maduras de las mejores plantas y se colectan las semillas seleccionando la mejor.

En cuanto a la técnica para producir más opio de alta calidad, se puede resumir en dos operaciones básicas que son la incisión de las cápsulas para provocar el flujo del líquido lechoso y la colecta de este líquido parcialmente seco. La determinación de tiempo propicio para realizar estas dos operaciones, no solo afecta la producción y calidad del opio, sino también la producción de semilla .

La formación del jugo lechoso aumenta, alcanza un máximo y se suspende casi por completo al final de la madurez, esta producción de jugo lechoso y la duración de su retención en las cápsulas, determinan el tiempo de la madurez fisiológica en la planta de la amapola, incisiones de la cápsula antes o después de esta etapa provocan pérdidas considerables de opio crudo. Un importante signo sintomático de la madurez y por lo tanto apropiada para la incisión de las cápsulas, es la aparición de un anillo café claro "collar" en la parte superior del pequeño cuello, en la base de la cápsula además de un cambio de color de la cápsula,

de un verde pasto, a un verde grisáceo, acompañado por la deposición de una capa cerosa en el exterior de la cápsula.

La técnica para cortar las cápsulas de amapola también varía, en Turquía se practican cortes horizontales, en la India las incisiones se realizan verticalmente y en Irán en forma diagonal o espiral, en Bulgaria y Yugoslavia se practica la incisión horizontal; cuando las incisiones son horizontales o diagonales queda establecido que los cortes deben realizarse por encima de la porción más ancha de la cápsula, donde corren los canales láctiferos. Se recomienda que la operación debe realizarse una sola vez, sin embargo, se pueden realizar tres incisiones por cápsula y en la práctica se han encontrado cápsulas hasta con diez incisiones, esto está determinado en gran parte por la habilidad de los ralladores. El interválo para la realización de las incisiones es de dos a tres días, la profundidad afecta la producción de opio, de modo que se evita el daño a la pared de la cápsula. La precisión aplicada por la navaja debe ser tal que las paredes no sean cortadas completamente y esta no debe exceder de 0.8 mm. para que únicamente los vasos conductores sean cortados, cuando las paredes de las cápsulas son atravesadas durante la incisión, el jugo fluye hacia el interior de la cápsula y se pierde gran cantidad de opio.

Bajo condiciones secas y soleadas, la colecta del opio debe ser ejecutada de 16 a 18 horas después de la incisión de las cápsulas, la colecta debe empezar temprano (de las 4 a las 5 de la mañana), en condiciones de humedad, con lluvia y bajas temperaturas, se necesita la adopción de un régimen de especial cuidado. Para separar el opio colectado se deposita en bolsas de celofán o botes colocándolos a la sombra ventilada para su deshidratación, algunas veces se le agrega al opio conservadores para evitar el ataque por hongos.

CUADRO N° 1  
CICLO DE DESARROLLO DE LA AMAPOLA  
(D I A S)



GERMINACION (4 - 10)



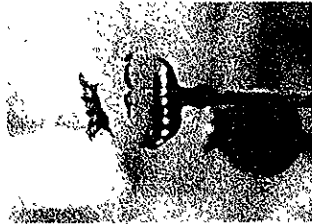
PLANTULA (5 - 7)



ROSETA (42 - 50)

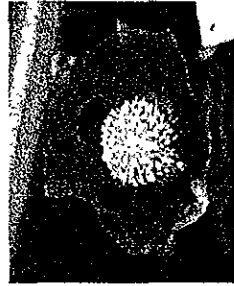


CRECIMIENTO DEL TALLO  
(25-28)



MADURACION DE LA CAPSULA  
(11 - 15)

DURACION MINIMA DEL CICLO 107 DIAS  
DURACION MAXIMA DEL CICLO 135 DIAS



FLORACION (4 - 5)



MADURACION DE BOTONES  
(16 - 20)



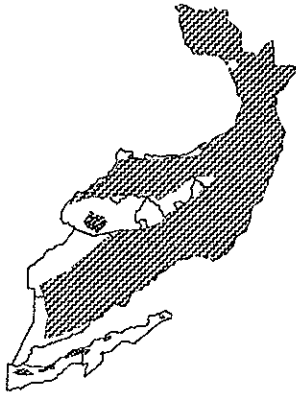


FLOR Y CAPSULA DE AMAPOLA



PLANTIO DE AMAPOLA  
EN FLORACION

CUADRO N° 2  
REQUERIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE  
AMAPOLA Y MARIHUANA



AMAPOLA

7° a 12°  
1,500 a 2,500  
50 a 80  
ALUVIALES Y MARRON,  
CON SUFICIENTE HUMEDAD  
400 a 1,500  
TEMPLADO, HUMEDO Y  
SUBHUMEDO

AREAS SUSCEPTIBLES

TEMPERATURA (°c) \_\_\_\_\_  
ALTITUD (M. S. N. M.) \_\_\_\_\_  
HUMEDAD (%) \_\_\_\_\_  
TIPO DE SUELO \_\_\_\_\_  
PRECIPITACION (MM) \_\_\_\_\_  
CLIMA \_\_\_\_\_

MARIHUANA

15° a 30°  
0 a 2,000  
50 a 80  
ARENAS ALUVIALES CON MATERIA  
ORGANICA  
400 a más de 2,000  
DE CALIDO A TEMPLADO, HUMEDO  
Y SUBHUMEDO

El origen de la marihuana (*Cannabis sativa L.*) la sitúan algunos autores en Asia Central (Schultes, 1973, Drake, 1986 y otros), al Norte de los Himalayas, donde en la actualidad se encuentran poblaciones silvestres.

La relación del hombre con la *Cannabis*, data de unos 10,000 años (Clarke, 1981), sin embargo, los datos de restos más antiguos se han encontrado en China y datan de hace aproximadamente 5,000 años (Shultes, 1973).

Su uso fue muy variado en la antigüedad, desde la obtención de semillas para la alimentación, extracción de aceite y la producción de fibras, hasta la colecta de resinas para fines medicinales. Los asirios en el siglo IX a.c. la utilizaban como incienso. Así mismo, se menciona que un emperador chino fue quién descubrió las propiedades de la marihuana, y fue aquí donde se inició su empleo como alucinógeno, asociada a la adivinación. Sin embargo, el consumo más fuerte como droga fue en la India, donde según su tradición, la marihuana fue enviada por sus dioses como el néctar nombrado Amrita. También se recomendaba para gran variedad de enfermedades.

Fueron las tribus bárbaras del centro de Asia, entre las que se encuentran los Hesitas, los que al invadir el sureste de Europa introducen la droga 500 años a.c. Herodoto describe el uso como incienso que los Hesitas daban a la marihuana.

La introducción a América la llevaron a cabo los Europeos en las colonias que establecieron : México (1550) Chile (1545) Perú (1554) Canadá (1606) y Estados Unidos en (1611). Los colonos

cultivaron la marihuana para producir fibras textiles; en México se vió poco favorecida, ya que se contaba con gran variedad de fibras como el henequén y otras.

### 2.3.1 ORIGEN Y CLASIFICACIÓN

*Cannabis sativa L.* Es el nombre científico que le dio Carlos Linneo (L) en 1753 a la marihuana y es el nombre correcto, según las reglas internacionales de Taxonomía, pero también se han descrito con otros nombres como: *Cannabis indica Lam.* Que describió Lamarck (Lam) en 1785 y *Cannabis ruderalis Lam.* Descrita por Janischevsky (Jan) en 1924 y otros muchos nombres que se han publicado para describir a la marihuana, sin embargo, se considera especie única con muchas variantes, que obedecen a su plasticidad genética y a 8,500 años de selección agrícola por el hombre (Small y Cronquist, 1976).

El nombre *Cannabis* proviene del griego kannabis y sativa, cultivada (en latín), porque las plantas que uso Carlos Linneo eran de cultivo.

### 2.3.2 MORFOLOGÍA

La planta de marihuana está considerada planta superior por presentar órganos especializados como :

La raíz, por su sistema de absorción de agua y nutrientes el tallo con su tejido de conducción (también presenta células fotosintéticas pero solo en etapas muy juveniles) y sostén las hojas, por sus células fotosintéticas. Los órganos reproductores, en los cuales se encuentran el andróceo y el gineceo. Cada una de éstas estructuras varía en diferente grado, dependiendo del clima, (temperatura, humedad), los nutrientes disponibles o aplicados y

del manejo cultural que se les dé, este último es de los más importantes en el desarrollo de las estructuras de la planta, ya que se van a seleccionar las características que el cultivador desee.

Algunos autores han delimitado variedades como por ejemplo: silvestre, cultivado y espontáneo; este se desarrolló a partir de una variedad de cultivada (Schultes, 1970, Small ET AL, 1976).

La marihuana es una planta que posee gran adaptabilidad a cualquier medio, esto ha provocado que se le confunda frecuentemente con plantas diferentes, siendo solo fenotipos de una misma planta (Small, 1970, 1974, 1976 a 1976 b).

La marihuana puede ser un pequeño arbusto, con varios tallos principales de hasta 1.80 metros, o un árbol pequeño, con un tallo principal recto hasta de 4 metros con las ramas laterales en forma de "pino".

La raíz esta muy desarrollada en la marihuana, tiene la función de fijar y extraer del sustrato; agua y minerales para la planta. Empieza a desarrollarse desde el primer día de germinación (tercer o quinto día de sembrada), en esta etapa se le llama ridícula, aquí todavía no cumple la función de nutrir, sino de fijar al suelo la plántula. Es hasta el segundo o tercer día de germinada, cuando con la formación de los pelos absorbentes empieza a cumplir su función.

La raíz en la marihuana es el sistema radicular axonomorfo, esto es una raíz principal cónica recta, con algunas raíces secundarias de crecimiento lateral, y gran cantidad de pelos absorbentes. En la punta se puede observar la cofia, cuya función es la de abrir camino en el sustrato y la de crecimiento. En algunas

variedades de *Cannabis sativa* las raíces secundarias son abundantes. La raíz principal llega a medir hasta 40 cm. y las secundarias algunas veces un poco más, es recta, pero si choca con un objeto duro, se desvía. En el caso de algunas plantas que son trasplantadas ya grandes en recipientes poco profundos la raíz se desvía, es por esto que cuando son revisadas las plantas en los cultivos, se encuentra que la raíz principal forma un ángulo de 90°.

Las funciones del tallo en la planta de marihuana son : de sostén, conducción y distribución de agua y minerales. Cuando es plántula, el tallo tiene forma redonda, con gran cantidad de tricomas no glandulosos, estos se van perdiendo con la edad. Cuando la planta es adulta el tallo se redondea a excepción de los ápices, presenta estructuras llamadas nudos, que son las zonas donde se insertan las ramas y las hojas, los nudos tienen una separación mayor en la base y menor hacia los extremos o ápices.

Las estructuras que se encuentran en el nudo son las yemas laterales o axiales (en la axila de las hojas) que pueden originar ramas, hojas o flores.

La planta joven, es de color verde y fotosintético, cuando avanza a la madurez se va perdiendo esta cualidad y se torna amarillo - blanquizco, en esta etapa, el grosor del tallo no permite un buen intercambio gaseoso interno, por lo que se forman pequeñas perforaciones en la superficie llamadas lenticelas, que se ven como puntos blancos de forma rómbica, principalmente hacia la base.

La hoja tiene como funciones principalmente :

- 1).- La fotosíntesis, que es la síntesis de compuestos orgánicos, utilizando como fuente de energía la luz,

como materia prima el agua y los minerales tomados de la raíz.

- 2).- La transpiración o pérdida de agua en forma de vapor a través de los estomas, que también regulan la entrada y salida de gases, como el CO<sub>2</sub> y el Oxígeno.

La hoja es del tipo compuesto, es decir, esta conformada por varias láminas o folíolos, es estipulada. Estas pequeñas láminas se encuentran en la base del pecíolo o axila de la hoja. Los folíolos están arreglados en forma palmada, todos salen de un solo punto, tienen forma lanceolada, con los bordes aserrados y ápice acuminado, la superficie superior o haz es de color más oscuro que la inferior o envés; el número de folíolos por hoja en general es non y de 1 a 13. Las hojas de 1 y 3 láminas usualmente se encuentran en las inflorescencias y de 5, 7, 9, 11 y 13 en el resto de la planta.

En el folíolo de la marihuana podemos distinguir un envés o superficie que se encuentra hacia abajo, esta cara de la lámina es siempre de color más claro que la cara superior o haz. En el envés encontramos mayor número de pelos o tricomas glandulares.

La hoja es de especial importancia por ser la parte de la planta que mayor superficie presenta, es aquí donde el herbicida cae y provoca la muerte de la planta al bloquear su síntesis de alimentos, es decir, su fotosíntesis.

La marihuana es una planta dioica, es decir, plantas masculinas con flores estaminadas, y plantas femeninas con flores pistiladas. Sin embargo, rara vez encontramos plantas hermafroditas (flores masculinas y femeninas en la misma planta).

Normalmente las plantas femeninas son más robustas, con mayor cantidad de hojas y son más grandes que las plantas masculinas. En los cultivos en México sólo se encuentran plantas femeninas, ya que los machos son eliminados. Las flores femeninas y masculinas son muy diferentes. La función de la flor es la de reproducir a la especie y su estructura esta diseñada para este fin. Flor masculina: éste órgano tiene como función formar los gametos que fecundarán a la flor femenina. Esta considerada como "imperfecta" por tener los órganos de un sexo y no presentar pétalos. Las flores se agrupan en ramas llamadas inflorescencias paniculadas, simples o compuestas, que emergen de la axila de una hoja, el tamaño de estas varía mucho, van desde 5 cm. hasta 50 cm. Igualmente varía el número de flores, pueden ser muy pocas o ser más de cien. La flor mide en promedio 15 mm. de largo, siendo el pedúnculo el que abarca la mayor parte. Esta constituida por un pedúnculo o rama que une a la flor con algún tallo, el pedúnculo generalmente es de color verde y en la superficie presenta escasos tricomas.

El cáliz es de aproximadamente 5 mm lo componen los sépalos de color verde cuando son inmaduros y verde amarillento a amarillo claro cuando maduran. Los sépalos son 5 libres, que cuando abren forman una estrella, su superficie exterior contiene algunos tricomas glandulosos y no glandulosos, un poco más abundantes estos últimos.

Los estambres, en número de 5, cada uno esta conformado de un filamento y una antera de aproximadamente 5 mm, esta última contiene el polen, que guarda en el interior las células reproductoras masculinas, al madurar abren a lo largo (dehiscencia longitudinal) por dos lados, liberando el polen.



La marihuana tiene un sistema de polinización anemófilo: el aire traslada polen hasta la flor femenina, por lo tanto la cantidad de polen producido es muy grande.

Flores femeninas: esta estructura es de suma importancia, conjuntamente con la masculina, ya que va a dar origen al fruto y posteriormente a la semilla, que generara las futuras plantas. La flor femenina se agrupa en inflorescencias en espiga tanto simples, en la variedad productora de fibras, como compuestas, en variedades productoras de narcóticos. Las inflorescencias van de los 5 a los 20 cm. de largo. La importancia económica de la marihuana se la dan las inflorescencias, que son las productoras de la mayoría de los principios activos, por lo que en las nuevas variedades se busca que sean más grandes y contengan mayor número de tricomas productores de aceites.

Los frutos en la planta de marihuana son llamados aquenios o frutos secos, están cubiertos durante su desarrollo por el cáliz, el cual es abierto y desplazado por el crecimiento del mismo.

El fruto o aquenio está conformado en su mayor parte por la semilla, ya que las partes del fruto se encuentran sumamente compactadas o reducidas, como es el caso del perianto, que se encuentra como una membrana hialina (translúcida), la cual se pierde cuando el aquenio se separa de la planta, esto solo ocurre en plantas silvestres, porque se ha encontrado que solo quedan trazas de esta membrana en la base de la semilla en plantas cultivadas.

Se puede encontrar toda una gama del desarrollo de esta capa, desde una membrana bien conformada adherida al aquenio, como en el primer caso, donde le da una apariencia moteada al aquenio, o como en el caso en el que el perianto es solo trazas en la base, aquí el color es casi parejo (de verde oscuro o de café claro a verde).

El pericarpio que rodea al aquenio, es duro y liso. En el interior tiene 2 cotiledones y hojas embrionarias; por estas características se le llama a este grupo de plantas: dicotiledóneas. Así mismo se observan los primordios foliares, que es el brote inicial del primer par de hojas verdaderas, el ápice de la raíz o radícula.

La semilla tiene en promedio 4 mm. de largo por 2.5 mm. de ancho y 1.5 mm de grueso, un peso promedio de 0.008 gr., generalmente en forma ovoide. En la actualidad se han encontrado plantas con semillas más grandes, de aproximadamente 6 mm. de largo, de forma casi redonda y un peso promedio de 0.03 gr.

La marihuana presenta estructuras especiales, diferentes a la mayoría de las otras plantas, llamadas tricomas o pelos, son diferentes por las sustancias que producen, llamadas cannabinoles, los cuales son responsables de los efectos psicotrópicos que dan en la actualidad importancia a ésta planta. Los tricomas son estructuras que se encuentran en la superficie de la planta principalmente en las hojas y brácteas florales a excepción de la raíz, en algunas partes son más abundantes que en otras.

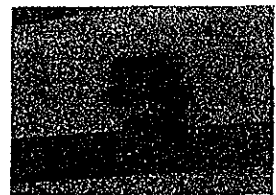
### **2.3.3 METODOS DE CULTIVO**

La marihuana por ser una planta anual presenta los sistemas de cultivo apegados a su desarrollo. Existen dos maneras de siembra de marihuana: en la primera la semilla se deposita directamente en el suelo donde desarrollara todo su ciclo. En la segunda se utiliza el metodo de cultivo en almacigos, esto es en recipientes con tierra de diferentes materiales; que pueden ser de plastico o metalicos, cajas ya sea de madera o plasticas, y en

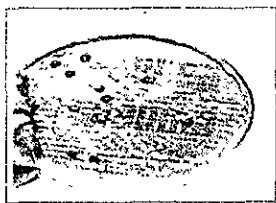
pequeñas áreas en el suelo. Los factores que limitan o mejoran el desarrollo de la marihuana son : la luminosidad y la temperatura.

CUADRO N° 3  
CICLO DE DESARROLLO DE LA MARIGUANA

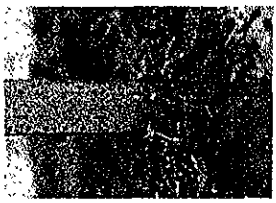
( DIAS )



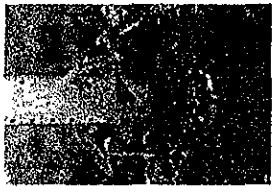
SEMILLA



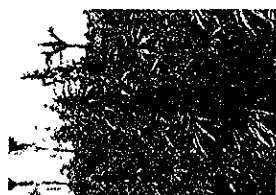
GERMINACION



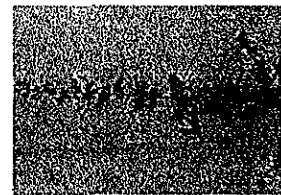
PLANTULA ( 2 - 3 )



DURACION MINIMA DEL CICLO 85 DIAS  
DURACION MAXIMA DEL CICLO 157 DIAS



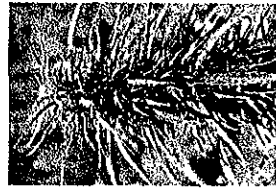
HEMBRA



MACHO



FASE VEGETATIVA ( 60 - 90 )





PLANTIOS DE MARIHUANA

## 2.4 HERBICIDA

Un herbicida es una sustancia o mezcla de sustancias que se destina para controlar cualquier tipo de planta. Por su modo de acción se clasifica en:

- a) De contacto: El que actúa, principalmente al ser absorbido por los tejidos externos de la planta.
- b) Sistemico: El que al aplicarse sobre las plantas se absorbe y traslada por su sistema vascular a puntos remotos del lugar en que se aplica.

POR SU COMPOSICIÓN QUÍMICA, SE CLASIFICA EN:

- a) Compuestos inorgánicos: Carecen de carbono y generalmente se derivan de la simple extracción de los minerales.
- b) Compuestos orgánicos : Son aquellos que contienen átomos de carbono en su estructura química

Persistencia es la duración del herbicida sin cambio molecular, a partir de su aplicación, se considera la persistencia por:

- a) Interacción herbicida-suelo-agua
- b) Un porcentaje del producto asperjado llega al suelo o cuerpos de agua

c) Lavado ocasionado por las lluvias

d) Pueden producir efectos adversos en el medio ambiente y el hombre

- |                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| - Ligeramente persistentes  | menos de 4 semanas |
| - Poco persistentes         | de 4 a 20 semanas  |
| - Medianamente persistentes | de 27 a 52 semanas |
| - Altamente persistentes    | más de 52 semanas  |

Factores que intervienen en la persistencia

- Fotodescomposición
- Descomposición química
- Absorción por los coloides del suelo
- Acción microbiana

**CUADRO N° 4  
CARACTERISTICAS DEL HERBICIDA**

INGREDIENTE ACTIVO	PARAQUAT
NOMENCLATURA QUIMICA	1, 1'-DIMETIL - 4 - 4'ION BIPIRIDILO
NOMBRES COMERCIALES	CUPROQUAT, HERBIQUAT, AGROQUAT, GRAMOZONE, CYCLONE
PRESENTACION QUIMICA COMERCIAL	SAL DE PARAQUAT DICHLORIDO MAS COADYUVANTES

**CLASIFICACION**

POR SU MODO DE ACCION	HERBICIDA DE CONTACTO POSTEMERGENTE
<b>DE ACUERDO A LA ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD</b>	
A) POR SU TOXICIDAD	MODERADAMENTE PELIGROSO (ENTRE DOS CUCHARADAS Y 100 ml., CANTIDAD LETAL PARA UNA PERSONA DE 70 KGS).
B) POR SU PERSISTENCIA	POCO PERSISTENTE (DE 4 A 26 SEMANAS)

**U S O S**

AGRICOLA	PARA CONTROL DE MALEZAS EN PRE-SIEMBRA O PRE-EMERGENCIA EN CULTIVOS DE PAPA, PEPINO, LECHUGA, MELON, COL, SOYA, Jitomate, CAÑA DE AZUCAR, MAIZ, PIÑA, CEBOLLA, CHICHARRO, ESPARRAGO, FRIJOL, ZANAHORIA, CAFE, BROCOLI, COLIFLOR, CALABACITA, SANDIA, AGUACATE, GUAYABO, PAPAYO, PLATANO, ETC.
SUELOS NO CULTIVADOS	PARA CONTROL DE MALEZAS EN INSTALACIONES INDUSTRIALES, VIAS FERREAS, ORILLAS DE CARRETERAS Y CANALES.
COMO DESECANTE	PARA COSECHAR SORGO, TRIGO, MAIZ, CEBADA, AVEENA, SOYA, FRIJOL Y CAÑA DE AZUCAR.

**A U T O R I Z A C I O N**

AUTORIZADO PARA SU USO EN MEXICO POR LA COMISION INTERSECRETARIAL PARA EL CONTROL DEL PROCESO Y USO DE PLAGUICIDAS, FERTILIZANTES Y SUSTANCIAS TOXICAS (CICOPLAFEST) EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION DEL 19 DE AGOSTO DE 1966.
RECOMENDADO PARA LA ERRADICACION DE PLANTIOS DE ESTUPEFACIENTES POR EXPERTOS AUSPICADOS POR LA O.N.U. REUNIDOS EN GINEBRA, SUIZA, DEL 25 AL 27 DE JULIO DE 1979.



#### **2.4.1 ASPERSIÓN AÉREA DE HERBICIDAS EN CULTIVOS DE AMAPOLA Y MARIHUANA**

Para que las aspersiones de plantíos de amapola y marihuana sean efectivas es necesario causar daños irreversibles que provoquen la muerte de las plantas en menos de 72 horas. La magnitud de estos daños esta determinada por la concentración del herbicida, el volumen aplicado el cubrimiento foliar, estado de desarrollo de las plantas y las condiciones ambientales.

Los herbicidas elaborados a partir del paraquat, contienen 200 gr. de ingrediente activo por litro, recomendando utilizar de 0.5 a 5 litros de herbicida por hectárea, el herbicida se utiliza diluido al 3%, esta dosificación se estableció en base a una serie de pruebas realizados en el laboratorio de estudios y desarrollo en los años de 1978 a 1998, durante estos años se ha observado la aplicación del herbicida en dosificaciones mayores al 3%, hasta el 6%, no aumentando significativamente los daños. Dosificaciones menores al 3% pudieran ser efectivas sin embargo el margen de seguridad para una destrucción eficaz, se reduce considerablemente.

El herbicida formulado con paraquat, en su marbete recomienda utilizar de 0.5 a 5 litros por hectárea disuelto en 100 litros de agua, para cultivos agrícolas. Sin embargo, los plantíos de amapola y marihuana presentan condiciones de altitud, fisiografía, pendiente, humedad, temperatura, etc. muy diferentes a las de los cultivos agrícolas. Es por esto que para determinar el volumen necesario para asperjar plantíos de estupefacientes de deben de considerar los factores señalados, ya que en ocasiones es suficiente con una roseada, mientras que en otras en necesario aplicar volúmenes mayores para obtener resultados satisfactorios. En las

aspersiones permanentes se ha observado que en promedio se utiliza una carga de 60 galones por hectárea.

La penetración del herbicida y su modo de acción dentro de la planta esta relacionado con los procesos fisiológicos, algunos de los cuales están influenciados por las condiciones ambientales. Los herbicidas penetran principalmente por los estomas, la apertura de estos se estimula cuando la humedad ambiental es elevada decreciendo el número de estomas abiertos cuando la humedad disminuye.

La mayoría de los herbicidas de contacto tienen su acción fitotóxica al interferir en los procesos de la fotosíntesis, mismos que están íntimamente relacionados con la luz solar, es por esto que el herbicida logra su mayor efecto en días soleados.

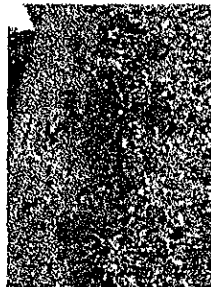
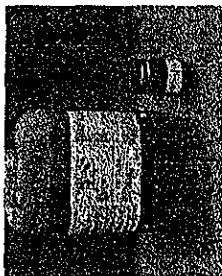
El estado de desarrollo de la planta es un factor que influye en el efecto de los herbicidas. En las primeras etapas de desarrollo la planta es más vulnerable, a medida que se desarrolla resiste más la acción tóxica de los herbicidas.

Las plantas maduras tienden a desarrollar una capa cerosa que representa una barrera para la penetración de herbicidas, para eliminarla se utilizan coadyuvantes que vienen incluidos en algunos formulados de los herbicidas, sin embargo, dependiendo de las condiciones de aspersión, se puede agregar otro coadyuvante específico.

**CUADRO N° 5  
PREPARACION Y APLICACION DE HERBICIDA**

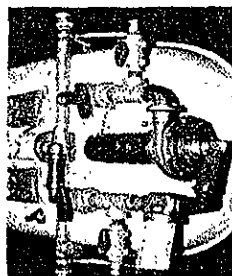
**HERBICIDA**

**NOMBRE: PARAQUAT  
TIPO: DE CONTACTO  
ACCION: DESECAMENTE  
CONCENTRACION: 200g l.a./l**



**EQUIPO DE  
FUMIGACION (SIMPLEX)**

**BELL 206 - 2700; 4900  
BELL 206 LIII - 7900  
BELL 212 - 7000**



**PLANTAS  
SIN ASPERJAR**

**PREPARACION  
DE LA MEZCLA**

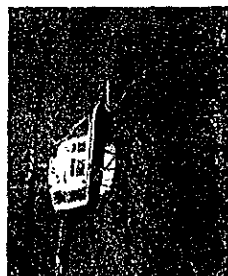
**LA REALIZA EL TECNICO  
DE FUMIGACION EN UN  
RIO, LAGO, PRESA, ETC.  
DOSIFICACION: 3 %**



**PLANTAS  
ASPERJADAS**

**ASPERSION**

**SE LLEVA A CABO DE  
ACUERDO A LAS NORMAS  
TECNICAS ESTABLECIDAS  
POR LA CICOPLEFEST**



## **2.4.2 CALIDAD EN LA ASPERSIÓN AÉREA DE HERBICIDAS**

La calidad de la aspersión aérea se puede evaluar por el tamaño, número y uniformidad de las gotas aplicadas en la superficie tratada. Para que el empleo del herbicida sea eficaz, durante las aspersiones aéreas se requiere aplicar el volumen de herbicida adecuado por unidad de superficie con gotas de un tamaño determinado y uniformidad del rociado en el objetivo.

Las variables que afectan el volumen de aplicación son:

### **a) EL RANGO DE FLUJO DE BOQUILLA.**

El rango del flujo a través de la boquilla varía con el tamaño de la punta y la presión de la boquilla. Instalando una punta con un orificio grande o incrementando la presión se aumentará el flujo ya que varía en proporción a la raíz cuadrada de la presión, para duplicar el flujo se debe incrementar la presión 4 veces.

Para obtener un patrón de asperjado uniforme y minimizar la turbulencia se debe mantener la presión dentro del rango recomendado para cada tipo de boquilla, el tamaño de la punta de la boquilla se debe elegir de acuerdo a:

- El rango de aplicación GPM (galones por minuto)
- La velocidad MPH (millas por hora)
- El ancho de faja aspersión efectivo por boquilla

### **b) VELOCIDAD DE ASPERSIÓN**

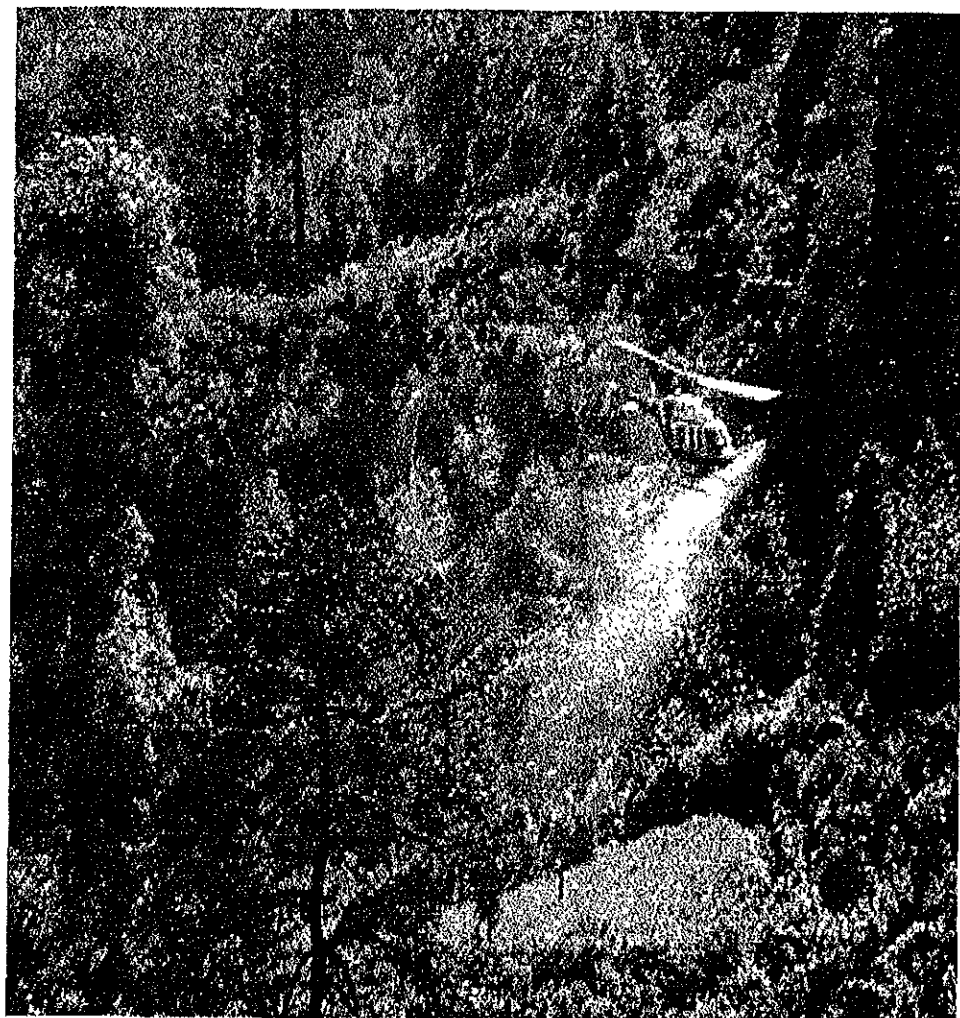
La regulación de la velocidad es importante durante las aspersiones aéreas. En realidad, la calibración de los aparatos de aspersión es el ajuste de la tasa de escurrimiento, no se cuenta con ningún dispositivo que de modo automático cambie la tasa de escurrimiento en forma proporcional a los cambios de la velocidad de vuelo. Una vez que se ha calibrado adecuadamente el equipo de aspersión, se debe mantener una velocidad constante durante el desarrollo de cada franja para mantener la seguridad de un cubrimiento uniforme. Un aumento o reducción de velocidad da por resultado un asperjado poco satisfactorio.

### c) ALTURA DE ASPERSIÓN

Las aeronaves de ala rotativa representan una alternativa para asperjar áreas de difícil acceso, por la orografía y la presencia de árboles u otros obstáculos en los plantíos de amapola y marihuana, sin embargo, las normas técnicas para la aplicación de herbicidas están elaboradas en base a las características de los cultivos agrícolas, condiciones que distan mucho de las que prevalecen en las zonas de cultivo de plantas estupefacientes. En los manuales de aspersión aérea, se considera como altura de vuelo óptima para aplicar herbicidas, entre 5 a 7 metros sobre el nivel de las plantas; alturas mayores pueden favorecer la deriva y provocar una mala deposición. Debido a que la mayoría de las aspersiones aéreas para la erradicación de plantíos de amapola y marihuana se realizan a alturas mayores de las mencionadas, se recomienda que la altura de vuelo al aplicar el herbicida debe de permitir un patrón uniforme de deposición o una cobertura máxima a fin de evitar el arrastre de herbicida, sobre este aspecto es recomendable mantener constante la altura durante la trayectoria de cada franja para obtener un cubrimiento uniforme.



AERONAVE BELL-206, CON EQUIPO DE ASPERSION, PARA  
DESTRUCCION DE PLANTIOS DE AMAPOLA Y MARIHUANA



ASPERSION DE HERBICIDA SOBRE UN PLANTIO  
DE AMAPOLA

### 2.4.3 PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DE HERBICIDA

El producto empleado para la erradicación de cultivos de amapola y marihuana tiene como ingrediente activo el herbicida paraquat, este agroquímico está autorizado por la CICOPLAFEST para ser usado como herbicida pre-emergente y post-emergente en cultivos agrícolas en todo el país. Este herbicida es elaborado en México por diversas empresas y es adquirido a través de una licitación pública. En México se producen alrededor de 2 millones de litros anualmente, empleándose en la aspersión aérea de cultivos de amapola y marihuana aproximadamente 40,000 litros.

De acuerdo al catálogo oficial de plagicidas publicado en el diario oficial de la federación de fecha 19 de agosto de 1996, se puede aplicar para el control de malezas en cultivos cereales y frutícolas. Es considerado como un herbicida de contacto no residual, que sufre inactivación al contacto con arcillas del suelo y descomposición por acción de microorganismos del suelo y rayos ultravioleta de la luz solar. De acuerdo a las normas oficiales se considera poco persistente y moderadamente tóxico, paraquat es la denominación común de la sal del 1,1' dimetil-4,4'-dipiridilo, sustancia herbicida desarrollada por la Imperial Chemical Company (ICI) en 1950 y comercializada por primera vez con fines agrícolas en Inglaterra en 1962. Actualmente, el paraquat está a la venta en todo el mundo y es el herbicida no selectivo más empleado, menos en los Estados Unidos de Norte América. En su forma comercial se presenta en concentraciones de 200 gr. de ingrediente activo por litro, a la temperatura ambiente es un sólido cristalino, blanco como sal pura. El formulado es una solución roja oscura con olor ligeramente amoniacal y es completamente soluble al agua.



La dosificación para la aspersión aérea de plantíos de amapola y marihuana se estableció en base a estudios realizados en laboratorio y campo, se utiliza diluido al 3% en agua, normalmente para los equipos de aspersión modelos 4,900 y 7900, se utilizan cargas de mezcla agua-herbicida de 50 a 60 galones.

Considerando estos indicadores de producción y dada la superficie que diariamente es asperjada, a efecto de hacer la preparación de la mezcla agua-herbicida se utilizan los cuerpos de agua que se encuentran en el área de trabajo como lo son ríos, arroyos y presas. (Dirección General de Erradicación de Cultivos Ilícitos 1998)

La descarga de herbicida directamente en un cuerpo de agua, por norma general esta prohibida. Los accidentes por derrame de herbicida son muy poco frecuentes, sin embargo, al ocurrir fallas mecánicas en el equipo de fumigación o posible turbulencia, se puede derramar parte de la carga o la carga completa del herbicida en las cercanías de un cuerpo de agua.

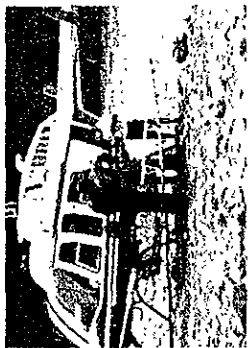
De un estudio de los derrames de herbicida producidos durante el año de 1998, se puede apreciar que se tiraron 64 veces la carga ya preparada de herbicida, derramándose 3,970 galones de mezcla, de los cuales solo en cuatro ocasiones ocurrió en los cuerpos de agua donde ésta se prepara, cayendo en estos lugares 370 galones de la mezcla. Por otro lado, también durante este período sólo se derramaron en iguales circunstancias 5 bidones de herbicida. De acuerdo a los consideraciones de seguridad de trabajo, la cantidad de herbicida derramada no significa en ningún momento dosis peligrosas, ya que de acuerdo a la CICLOPLAFEST (Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas) y el Catálogo

Oficial de Plaguicidas, el herbicida paraquat esta considerado como moderadamente tóxico, si se ingiere puede provocar fibrosis quística. La dosis letal media es de 150 mg/kg, y la ingesta diaria admisible es de 0.004 mg del ion/kg. del peso. La carga más común, utilizada por las aeronaves es de 60 galones de mezcla preparada a una concentración del 3% conteniendo 200 gr. de ingrediente activo/litro.

CUADRO N°6  
APLICACION Y EFECTOS DEL HERBICIDA



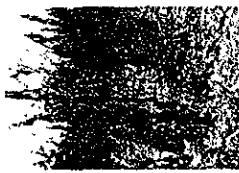
ARRIBO RECARGADERO



PREPARACION DEL HERBICIDA



EFECTOS DEL HERBICIDA



APLICACION DEL HERBICIDA



#### **2.4.4 AREAS REINCIDENTES EN LA SIEMBRA DE AMAPOLA Y MARIHUANA EN MEXICO**

El mayor porcentaje de plantíos de marihuana que se destruyen se ubica en los climas cálido y semicálido, subhúmedos con lluvias en verano, lo que indica que estas plantas están bien adaptadas al calor pero a la vez, son tolerantes a las bajas temperaturas. El cultivo de amapola en México se caracteriza por presentarse con mayor incidencia en las regiones altas de la Sierra Madre Occidental y de la Sierra Madre del Sur dado que sus requerimientos de desarrollo son de horas frío. Así, además de estas zonas, donde incide o se manifiesta con frecuencia, la siembra de plantas estupefacientes se identifica con las principales cordilleras o cadenas montañosas de nuestro país, como son en la vertiente del Pacífico, la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur. Los principales núcleos de siembra se presentan en el comúnmente conocido como Triángulo Dorado donde convergen los estados de Sinaloa, Chihuahua y Durango. (Dirección General de Erradicación de Cultivos Ilícitos, 1998).

## 2.5 METODOLOGIA

Para el almacenamiento del herbicida utilizado en la erradicación de cultivos de amapola y marihuana, se cuenta con espacios exclusivos para el resguardo de este producto en diferentes estados del país. La preparación y aplicación de la mezcla la realiza personal capacitado que se rige por normas y procedimientos que se hacen de su conocimiento a través de circulares y cursos de capacitación y actualización. Desde su adquisición hasta su aplicación, un área especializada integrada por biólogos, químicos y agrónomos, lleva a cabo el control de calidad del producto, a efecto de que cumpla con los requisitos para su utilización en aspersión aérea, así mismo, esta área desarrolla un programa permanente de supervisión, vigilando el cumplimiento de las normas establecidas y se realiza el monitoreo del agua, aire, suelo, fauna y flora de las áreas circundantes a los lugares de aplicación de herbicida en el campo. Continuando el desarrollo de estos programas, se proyecta el presente estudio para realizarse en uno de los estados donde la incidencia de siembra de amapola y marihuana es altamente representativa. Así, se realizaron mediciones en 3 ocasiones en afluentes del Río Elota cercano a Cosalá, Sin., y en la población de "El Rodeo" en Culiacán, Sin., midiendo el perfil de los cuerpos de agua y mediante objetos flotantes se calculó la velocidad para obtener el gasto. (Cuadro N° 7)

Para calcular la velocidad de dilución del herbicida, se utilizaron los colorantes rodamina y verde de malaquita en concentraciones de 500 ppm (partes por millón), los que producen una coloración similar al paraquat cuando se usa al 3%. (Cuadros N° 7 y N° 8)

Se tomaron muestras de agua a determinadas distancias donde se colocó el colorante, determinándose posteriormente su

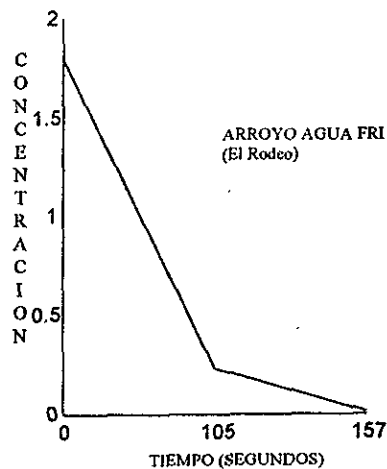
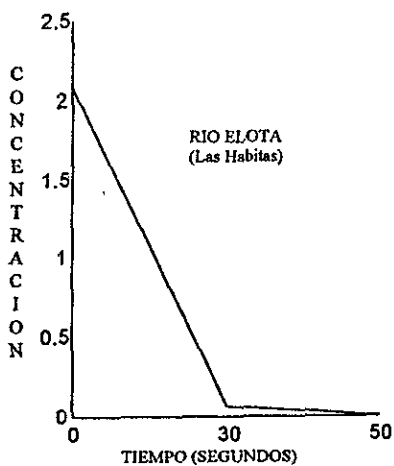
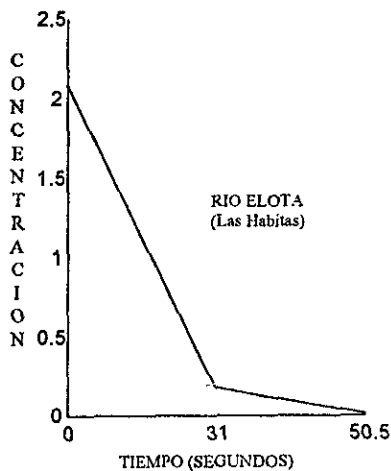
concentración por espectrofotometría de la luz ultravioleta y dependiendo de cada cuerpo de agua, se midió la distancia a la cual el colorante es visible, hasta donde se pierde la coloración.

**CUADRO N° 7**  
**CONCENTRACION DEL COLORANTE A TRAVES**  
**DEL TIEMPO Y A DIFERENTES DISTANCIAS**  
**EN UNA CORRIENTE DE AGUA**

LUGAR	CARACTERISTICAS DEL RIO O ARROYO	DOSIS DE COLORANTE (gr. de ingrediente activo/litro)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)	CONCENTRACION (mg/ml)
Río Elota (Las Habitas)	Ancho - 81.40 m. Profundidad máxima - 17 cm. Velocidad de Flujo - 0.65 m/seg. Gasto - 4.6951 m <sup>3</sup> /seg	6	0.0 14.2 38.0	0 31 50.5	2.0885 0.1793 0.01378
Río Elota (Las Habitas)	Ancho - 81.40 m. Profundidad máxima - 17 cm. Velocidad de Flujo - 0.65 m/seg. Gasto - 4.6951 m <sup>3</sup> /seg	6	0.0 24.2 38.0	0 30 50	2.0885 0.0639 0.0069
Arroyo Agua Fria (El Rodero)	Arroyo - 5.4 m. Profundidad máxima - 18 cm Velocidad de Flujo - 0.2857 m/seg Gasto - 0.036 m <sup>3</sup> /seg	6	0.0 30.0 45.0	0 105 157	1.8036 0.2293 0.01248

## CUADRO N°8

### CONCENTRACION DEL COLORANTE A TRAVES DEL TIEMPO Y A DIFERENTES DISTANCIAS EN UNA CORRIENTE DE AGUA

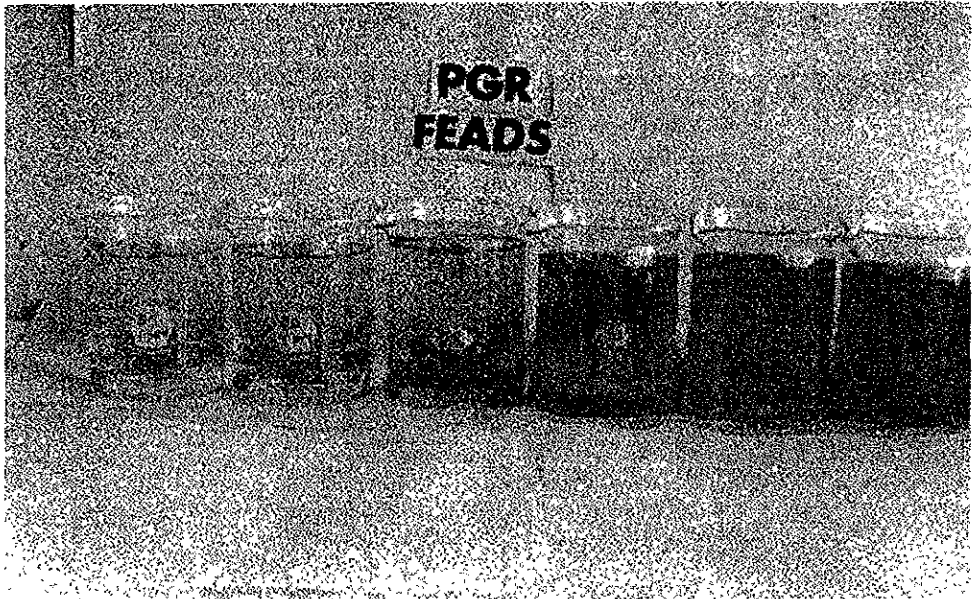




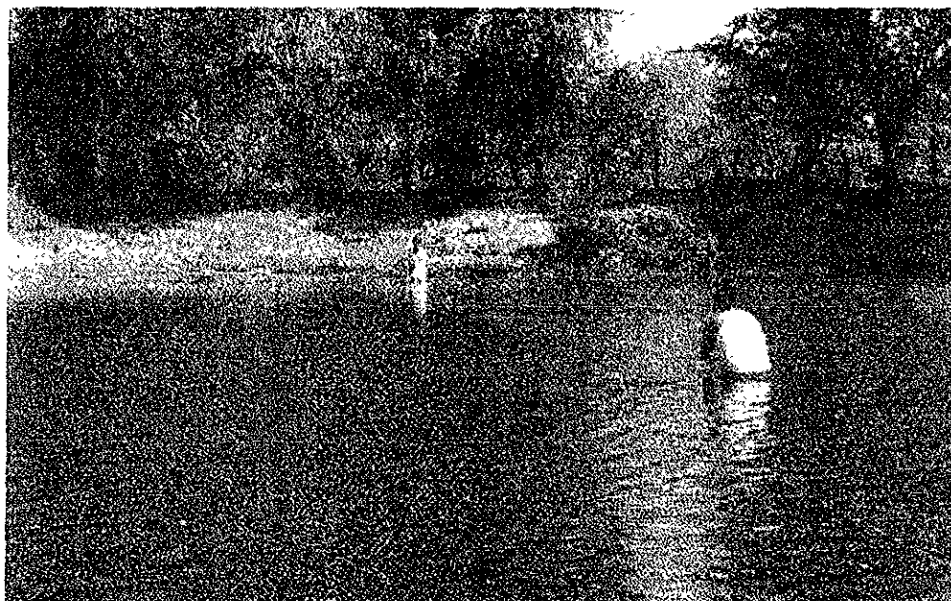
En la siguiente secuencia , (Fig. 1) puede observarse la coloración del agua cuando tiene de 30 a 500 partes por millón (ppm) de herbicida. El vaso que contiene la dilución de 30 ppm nos indica concentraciones de paraquat en agua de 0.03 gr de ingrediente activo por litro, es decir que la presencia de coloración en un cuerpo de agua donde se haya derramado herbicida nos sirve como indicador de contaminación.

(Fig. 2) Las observaciones se hicieron en afluentes del Río Elota cercanos a Cosalá, Sin., midiendo el perfil de los cuerpos de agua, la velocidad y el gasto, relacionados con la dilución del herbicida.

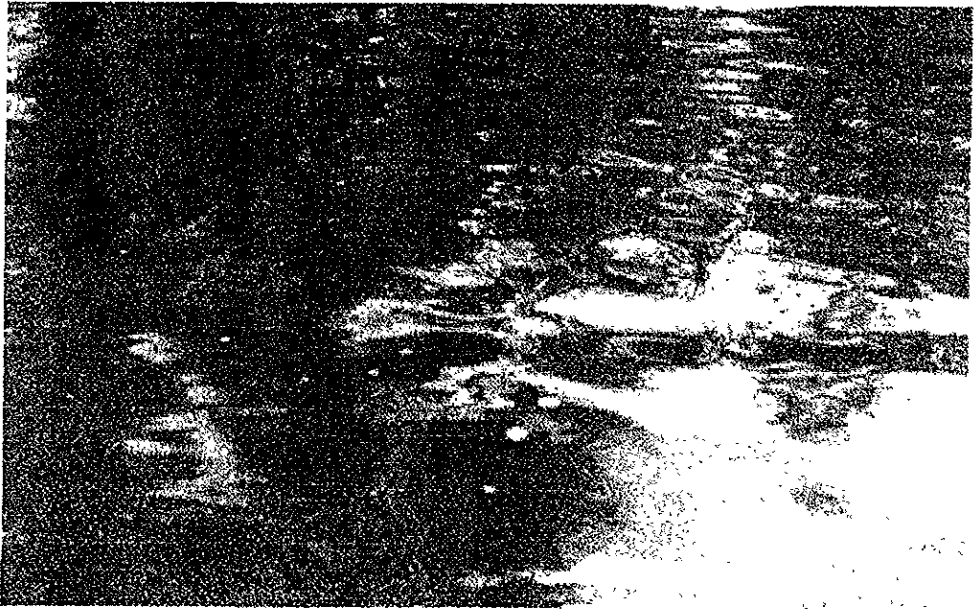
(Fig. 3) Se aplicaron concentraciones de colorantes equivalentes al herbicida paraquat para determinar el tiempo de dilución y la distancia a la cual la mancha formada se dispersa, dejando de ser un peligro para la población.



**Figura 1**



**Figura 2**



**Figura 3**

## 2.7 RESULTADOS

Cuando el herbicida concentrado se arroja en afluentes de bajo caudal, este llega al fondo y se va diluyendo poco a poco. El tiempo en que tarda en diluirse hasta niveles no tóxicos puede ser de semanas (Fig. 4).

En cuerpos de agua donde el flujo es mayor, se forma una mancha contaminante, observándose la dilución a niveles no tóxicos a distancias tan cortas como 50 - 100 mts. El colorante verde fué más difícil de observar, debido a que los reflejos de la vegetación circundante no permiten suficiente contraste (Fig. 5).

En el Río Elota, en las cercanías del poblado de Nuestra Señora, se perdió el rastro de la mancha verde del colorante. En el fondo del agua se presentan restos de algas, por lo que los resultados son muy desiguales (Fig. 6)

El colorante rojo (rodamina) usado como marcador, conserva mejor sus propiedades a 30 ppm, pudiendo mejorar la toma de datos, encontrando que hay una relación entre el tiempo, y la distancia con respecto a la dilución del colorante (Fig. 7)

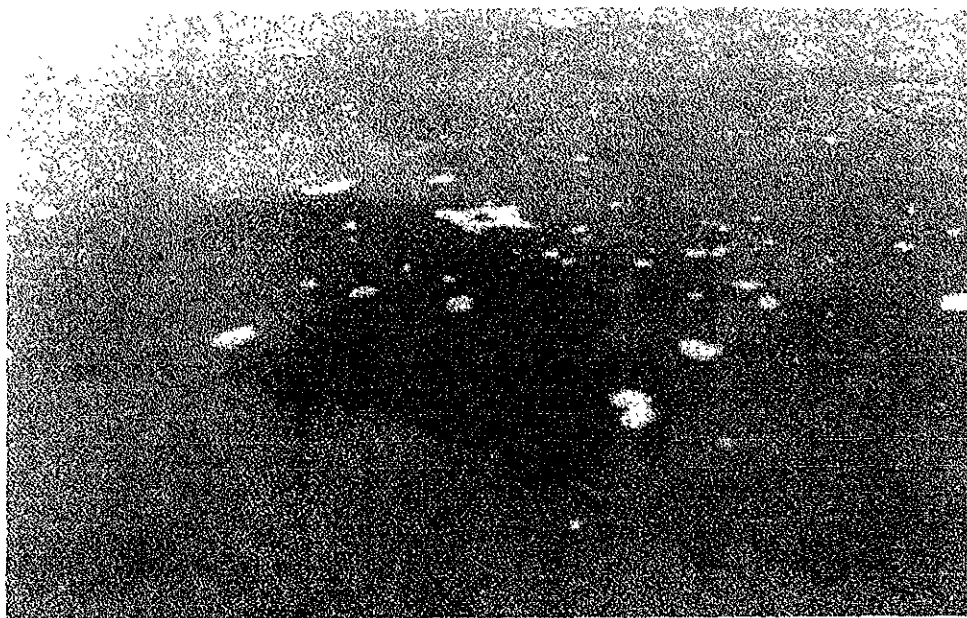
Este colorante se aplicó en el Río Elota en las cercanías del poblado de Nuestra Señora en concentraciones de 500 ppm produciendo una similar a la del herbicida paraquat cuando se usa al 3% (Fig. 8).

En este trecho del río, puede observarse el colorante rojo ya diluido sobre la superficie, sin abarcar todo lo ancho del afluente (Fig. 9)

En el arroyo de Agua Fría en Cosalá, Sin., se observó que la dilución fue más lenta que en otros de mayor caudal. Un derrame accidental en estos cuerpos puede tardar hasta un día en diluirse (Fig. 10)



**Figura 4**



**Figura 5**

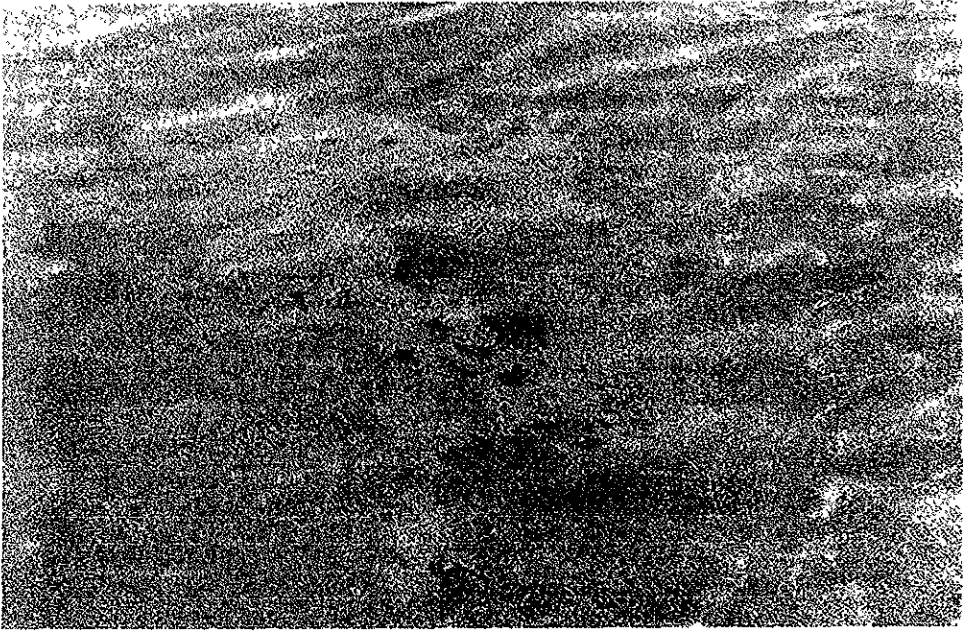




**Figura 6**



**Figura 7**



**Figura 8**



**Figura 9**



Figura 10

## 2.6 CONCLUSIONES

- 1.-El colorante arrojado al cuerpo de agua tiende a diluirse a través del tiempo y a una distancia considerable dependiendo del gasto de agua que exista, dado el comportamiento, el herbicida utilizado resulta con baja toxicidad en corto tiempo.
- 2.-En lugares con poco flujo, el herbicida tiende a irse al fondo del agua, difundiéndose poco a poco, contaminando durante semanas, concluyéndose evitar la utilización de este tipo de afluentes para recargar herbicida o bien, extremar las medidas de seguridad para evitar derrames.
- 3.-En ríos con mucho caudal, el herbicida se diluye más rápidamente, como es el caso del Río Elota. Estos se pueden considerar lugares típicos para recargar herbicida.
- 4.-En los casos como el del río Las Habitas, con caudales de más de 4 m/seg, se tendría que la contaminación en caso de derramarse no es peligrosa, ni en tiempo, ni en distancia, recomendándose estos ríos para realizar las actividades de recarga de herbicida sin peligro alguno.
- 5.-No se deben considerar como recargaderos lugares con poca cantidad de agua.
- 6.-En recargaderos con caudales mayores a 4 m/seg, una carga de 80 galones afectaría un tramo de 1.5 km en un tiempo de 40 - 50 seg.
- 7.-En recargaderos con flujos menores a 4 m/seg un derrame de 80 galones puede afectarlo (caso Arroyo Agua Fría), estimando un tiempo de 7 horas aproximadamente.
- 8.-En un derrame accidental en un cuerpo de agua con un gasto de 4.6951 m/seg a una distancia de 38 m y en un tiempo de 50 seg. la concentración del herbicida es aproximadamente de 0.0069 mg/ml; que es un rango menor a la ingesta diaria admisible, lo que significaría que no representa peligro para la población.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Las determinaciones realizadas en este trabajo nos permiten saber que es posible laborar con este herbicida, manteniendo los aspectos de seguridad para su manejo en su almacenamiento y en campo, toda vez que la concentración utilizada en la erradicación de cultivos ilícitos, de llegar a presentarse un derrame, los riesgos de contaminación al medio ambiente o a la población civil no son de impacto.

### III BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anderson, L.C. 1974. Estudy of Sistematic Wood Anatomy in Cannabis. Botanical Museum Leaflets, Harvard Univ. 24(2): 2936.
- 2.- Ana. Water Quality. 1994. Propierties and Water Quality Criteria for Selected Pesticides. Pergamon Press. 207 pp.
- 3.- Connel, Clarke R. 1981. Marijuana Botany. And/or Press, Barkeley, California, 198 pag.
- 4.- Calderhook. A. 1968. Toxicología de los Compuestos Bipiridilos. Paraquat y Diquat. Metcalf. 8. 216 - 229 pp.
- 5.- Cicoplafest. 1996. Catalogo Oficial de Plaguicidas. 481 pp.
- 6.- Clark, D.G. T. F. Mc. Ellingott, E. Weston H. 1966. La toxicidad del paraquat, Reimpreso de Bristish Jornal of Industrial Medicine vol. 23, pag. 126.
- 7.- Hiltibran, R. C. 1962. Duration of toxicity of endotnalin water. Weeds 10 - 17 - 19.
- 8.- Horowitz, M. 1976. Aplication of bioassay techniques tu herbicide investigations. Weedres. (16). 209 - 215.
- 9.- Iica. 1988. Manual de métodos analíticos de formulaciones de plaguicidas. 196 pp.
- 10.- Informes de la D.G.E.C.I. durante el período 1996 -1998.
- 11.- Rohaman R. Poon - Kningth. 1984. "Paraquat poisoning in south. trinidad. 1972 - 1982. Caribbean medical jour- vol. 2. 41 - 46. Trinidad y Tobago.
- 12.- Restrepo I. 1988. Naturaleza muerta. Los plaguicidas en México. Ed. Andrómeda México.



13.- Reukin A. C. Paraquat a Potent Weedfiller is Filling People. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. WH - 240 rev.

14.- Shultes R.E., 1973, Man and Marijuana. Natural History, 82(7): 58-63, 80-82.

15.- Shultes R.E., W.M. Klein, T. Plowman and e. Locwood. 1974, Cannabis: Anexample of Tayonomic Neglect. Bot. Mus. Leafl. 23(9): 337-367

16.- Small, E., H.D. Beckstead. 1973. Cannabinoides Phentypes in Cannabis Sativa, Nature, 245: 147-148.

17.- Small ernest. 1975. Morphological Variation of Archenes of Cannabis. Can. J. Bot. 58: 978-987.

18.- Small E. And Cronquist A. 1976. A Practical and Natural Taxonomy for Cannabis. Taxon, 25(4): 405-35.

19.- Stearn, W.T. 1974. Typification of Cannabis Sativa L. Bot. Mus. Leafl, 23(9): 325-336.

20.- Summers, L.A. 1980. "The Bippridinium herbicides" Dept. of chemistry of New Castle Soothwales Australia.